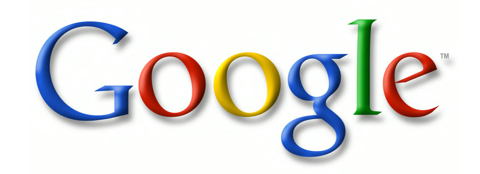


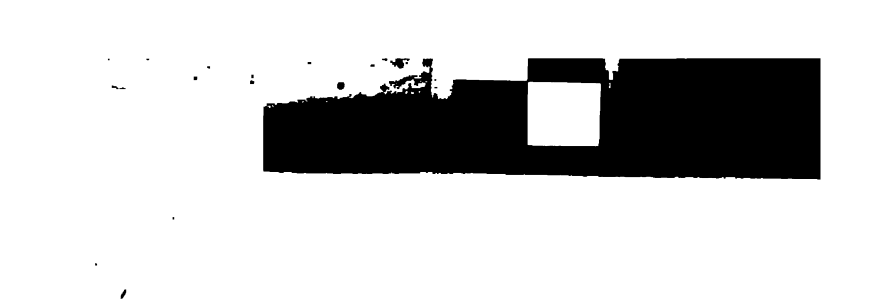
[redacted]

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXIV.



[redacted]

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIER UND DREISSIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND ZEHNTER.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1835.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

[redacted]

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIERTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1835.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



[redacted]

Inhalt

des Bandes XXXIV der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

[redacted]

Drittes Stück.

Viertes Stück.

[redacted]

1835. ANNALEN №. 1.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIV.

I. *Ueber die Gebirgsarten, welche mit den Namen Grünstein und Grünsteinporphyr bezeichnet werden;*

von Gustav Rose.

Die Gebirgsarten, welche in der Geognosie mit den Namen Grünstein und Grünsteinporphyr bezeichnet werden, sind untereinander von sehr verschiedener mineralogischer Beschaffenheit. Sie scheinen mir fünf verschiedenen Gebirgsarten anzugehören, die ich vorläufig mit den Namen *Diorit*, *Dioritporphyr*, *Hypersthenfels*, *Gabbro* und *Augitporphyr* bezeichnen will, Namen, die, wenn auch nicht durchgängig zweckmäfsig, doch einmal in der Geognosie gebräuchlich sind [1]). Sie sind durch folgende Charaktere ausgezeichnet:

1) Die Grünsteine kommen vielleicht in keinem Gebirge in gröfserer Ausdehnung und Mannigfaltigkeit vor als im Ural. Ich habe Gelegenheit gehabt sie dort, auf der Sibirischen Reise des Hrn. Al. von Humboldt, zu sammeln, und habe bei der Ausarbeitung des mineralogischen Reiseberichts, mit welchem ich jetzt beschäftigt bin, nicht allein sie, sondern auch die Grünsteine anderer Länder, die sich in dem Königl. mineralogischen Museum in Berlin befinden, näher untersucht. Die Untersuchung ist nicht so vollständig durchgeführt, als ich wünschte. Es wären dazu noch eine Menge chemischer Analysen nöthig gewesen, um Einiges noch zu entscheiden, Anderes noch fester zu stellen. Dennoch habe ich es vorgezogen die Resultate dieser Untersuchung schon jetzt bekannt zu machen, da ich, mit der Herausgabe der Reise beschäftigt, sie für den Augenblick nicht weiter führen konnte, ohne mein gegenwärtiges Unternehmen nicht noch länger aufzuschieben, welches durch zufällige Umstände schon so verzögert worden ist, und weil die genauere Untersuchung von keinem Einflusse auf die aufgestellten

1) *Diorit*, ein körniges Gemenge von Albit und Hornblende.

Der *Albit* ist in demselben meistens deutlich spaltbar nach zwei Richtungen (*P* und *M*), die sich unter einem Winkel von ungefähr 93° schneiden; die erste Spaltungsfläche *P* zeigt aber in der Regel den für den Albit im Vergleich mit dem Feldspath so charakteristischen einspringenden Winkel, der parallel der Kante mit der zweiten Spaltungsfläche geht, und von Zwillingsverwachsung der körnigen eingewachsenen Stücke parallel der zweiten Spaltungsfläche herrührt. Häufig wiederholt sich die Verwachsung, mit dem zweiten Individuum verbindet sich ein drittes, mit dem dritten ein viertes u. s. f.; das dritte Individuum hat dann mit dem ersten, das vierte mit dem zweiten, und immer die abwechselnden Individuen eine untereinander gleiche Lage. Wenn nun, wie das in solchen Fällen gewöhnlich stattfindet, die Individuen einer Lage vorherrschen, so erscheinen diese wie *ein* Individuum, das auf der ersten Spaltungsfläche parallel mit der zweiten mehr oder weniger stark gestreift ist. — Dergleichen Gruppen von Individuen kommen untereinander noch nach dem Gesetz verbunden vor, nach welchem sich zwei Feldspathkrystalle bei den Karlsbader Feldspathzwillingen verbinden; sie sind dann ebenfalls mit einer zweiten Spaltungsfläche verbunden, aber die erste (hier immer gestreifte Spaltungsfläche) liegt bei der einen Gruppe auf der vordern, bei der zweiten Gruppe auf der hintern Seite. Auch diese Verwachsung der schon aus vielen Individuen bestehenden Gruppe wiederho[lt]

Hauptabtheilungen seyn wird. Wie sie hier angeführt sind, sind die Namen in dem Reiseberichte gebraucht worden. Ich werde nach Beendigung desselben es meine erste Arbeit seyn lassen, die Untersuchung wieder aufzunehmen und mehrere dahin gehörige Analysen anzustellen. Sollten diese Untersuchungen von Einfluſs auf die gewählten Abtheilungen seyn, so werde ich sie in einem besonderen Nachtrage zur Reise bekannt machen.

[redacted]

sich mehrfach, die gestreifte Fläche wechselt auf der vordern wie auf der hintern Seite mehrfach mit unebenem Bruch, so dafs auf diese Weise oft ein einziges Korn des Albits aus einer grofsen Anzahl von regelmäfsig verbundenen Individuen besteht. — Die Spaltungsflächen des Albits aber in den verschiedenen Abänderungen des Diorits sind nicht immer von gleicher Vollkommenheit, im Ganzen sind sie nie so vollkommen wie die des Feldspaths, zuweilen aber mufs man sie schon sorgsam aufsuchen, da der Bruch in andern Richtungen, der dann kleinsplittrig ist, vorherrscht. — Der Albit ist weifs, gewöhnlich nur durchscheinend, und an den Kanten durchscheinend, nicht selten ist er aber schön grünlichweifs, wahrscheinlich durch eingemengte Hornblendemasse gefärbt, und es sind besonders diese Fälle, wo die Spaltungsflächen weniger deutlich erscheinen.

Die *Hornblende* ist deutlich spaltbar nach den zwei sich unter dem Winkel von 124° schneidenden Richtungen; sie ist grünlichschwarz bis schwärzlichgrün und undurchsichtig. Vor dem Löthrohr schmilzt sie auf der Kohle unter Aufschäumen zu einem schwarzen Glase, das schwach magnetisch ist.

Als zufällige Gemengtheile finden sich:

Quarz in Körnern von graulichweifser, zuweilen milchweifser, Farbe und mehr oder weniger grofsem Fettglanz.

Glimmer in Blättchen von grünlichschwarzer oder tombackbrauner Farbe.

Eisenkies in kleinen einzeln eingewachsenen Hexaëdern, und in kleinen fein eingesprengten Partien.

Magneteisenstein in kleinen fein eingesprengten Mengen.

Das gegenseitige Verhältnifs der Menge, in welchem sich die Hauptgemengtheile in dem Diorite finden, ist verschieden. Seltener scheinen die Fälle zu seyn, wo Albit und Hornblende in ziemlich gleicher Menge in dem Dio-

rite enthalten sind, gewöhnlich herrscht der eine oder der andere Gemengtheil vor, besonders die Hornblende, in welchem Fall dann die Diorite schon ein sehr schwarzes Ansehen erhalten, und der wenige darin vorkommende Albit grünlichweiſs und unvollkommen spaltbar erscheint. Quarz und Glimmer und die übrigen zufälligen Gemengtheile sind immer nur in untergeordneten Verhältnissen in den Dioriten enthalten.

Eben so verschieden wie das Mengeverhältniſs ist auch die Gröſse des Korns der Gemengtheile. Das Gemenge ist zuweilen sehr grobkörnig, wie in dem Diorit des Konschekowskoj Kamen bei Bogoslowsk im Ural, wo die vorwaltende Hornblende nicht selten über einen Zoll groſs ist. Aehnliche grobkörnige Gemenge finden sich auch unter den von den Alten verarbeiteten Dioriten [1]). Häufiger sind aber die Diorite von mittlerem Korn; die, welche Hornblende vorwaltend enthalten, werden zuweilen sehr feinkörnig und scheinen in dichte scheinbar gleichartige Massen über zu gehen. Bei Dioriten mit vorwaltendem Albit liegt zuweilen die Hornblende in einzelnen Krystallen und Körnern in dem körnigen Albit (Frolowsche Grube bei Bogoslowsk im Ural), und eben so liegt auch bei den Dioriten mit vorwaltender Hornblende der Albit in einzelnen Krystallen und Körnern in der körnigen Hornblende (Turdojak bei Miask im Ural). Dann kommt auch der Fall vor, daſs gröſsere Hornblendekrystalle porphyrartig in einem feinkörnigen Gemenge von Albit und Hornblende anliegen. (Geschiebe aus der Gegend von Berlin) [2]).

1) In dem Königl. mineralogischen Museum befindet sich eine ganze Sammlung solcher von den Alten verarbeiteten Massen, die von Hrn. Al. von Humboldt, bei einem früheren Aufenthalte in Italien gesammelt, worden ist.

2) Bei den Structurverhältnissen würde auch noch der bekannte Kugel-Diorit von Corsica zu erwähnen seyn, den ich hier wegen seiner Seltenheit übergehe.

Die verschiedenen Körner, sowohl eines und desselben Gemengtheils, wie auch der verschiedenen Gemengtheile, haften gewöhnlich sehr fest an einander und lassen sich nur mit Schwierigkeit von einander trennen und zerschlagen.

Ein Stück Diorit von Alapajewsk im Ural, welches nur Albit und Hornblende, ersteren in etwas vorherrschender Menge, enthielt, und 32,0332 Grammen wog, hatte ein specifisches Gewicht von 2,792.

Dieselbe Varietät, in einem Platintiegel enthalten, schmolz im Porcellanofen zu einem grünlichschwarzen, in dünnen Splittern grünlichweißsem durchsichtigen Glase. Eine sehr hornblendereiche Varietät von Nichne-Isetsk, bei Katharinenburg im Ural, schmolz im Kohlentiegel im Porcellanofen zu einer weifsen, nur schwach an den Kanten durchscheinenden, vom Messer nicht ritzbaren Masse mit feinsplittrigem Bruch, an deren Boden sich ein Eisenregulus gebildet hatte, wie auch andere kleine Reguli an den Seiten safsen. Der gröfsere Eisenregulus enthielt kleine Krystalle und Flitterchen von Titan eingemengt, die an der kupferrothen Farbe deutlich zu erkennen waren, und bei der Auflösung des Eisens in Salpetersäure unaufgelöst blieben. Hieraus sieht man, dafs auch Titansäure, wenn auch nur in geringer Menge, in den Dioriten enthalten ist, die vielleicht als zufälliger Gemengtheil dem Albit oder der Hornblende beigemischt ist, wie sie auch als solcher in dem Glimmer vorkommt. Titaneisen findet sich nicht in dem Diorite von Mapajewsk, wenigstens nicht erkennbar, eingemengt [1]).

1) Weil sowohl bei der Schmelzung des Diorits, als auch, wie später angeführt werden wird, aller übrigen Grünsteine im Kohlentiegel sich nicht nur Eisen, sondern auch mit diesem noch Titan reducirte, welches sich von dem Eisen absonderte, ohne mit ihm eine Legirung zu bilden, und das Titan selbst in Königswasser unauflöslich ist, so glaubte ich durch Schmelzung des Titaneisens im Kohlentiegel ein einfaches Mittel gefunden zu ha-

Der Diorit kommt unter den Grünsteinen des Urals ziemlich häufig vor, er setzt im nördlichen Ural den gröfsten Theil des Hauptrückens zusammen, und bildet unter andern den Konschekowskoj Kamen bei Bogoslawsk, und die Belaja Gora bei Nischne-Tagilsk. Sehr ausgezeichnete Abänderungen finden sich ferner bei Alapajewsk und in der Gegend von Miask.

Deutliche Gemenge anderer Länder bilden unter andern die Diorite von der Rothenburg am Kiffhäuser in Thüringen, der ziemlich grobkörnig ist; von Ebersbach und von der Riesensäule im Odenwald; vom Ehrenberge bei Ilmenau, welcher noch Quarz und Glimmer enthält; vom Hodritsch bei Schemnitz, der tombackbraunen Glimmer und fleischrothen Feldspath enthält, und in welchem der bedeutende Silberbergbau getrieben wird; von Guambacho in Peru, von welchem Fundort sich in der Sammlung des Hrn. Alex. von Humboldt ein sehr schönes Stück befindet. Sehr ausgezeichnete grobkörnige Abänderungen kommen ferner unter den von den Alten ver-

ben, Titan von Eisen zu scheiden. Das Titaneisen (ich wandte Körner von Iserin an) schmolz jedoch für sich allein nicht oder nur an einzelnen Stellen, es sinterte zusammen und bedeckte sich mit einer Haut von Titan. Es wurde darauf gepulvert und mit verschiedenen Flufsmitteln, bei einem Versuche mit gepulvertem Diopsid, bei einem anderen mit gepulvertem Labrador geschmolzen, bildete aber mit diesen blättrige schwarze Massen, aus denen sich im letzteren Fall nur sehr wenig, im ersteren Fall etwas mehr Eisen, ohne sichtbares Titan, ausgeschieden hatte. Die Scheidung des Titans von dem Eisen gelingt also auf diese Weise nicht, doch scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dafs man durch Zusammenschmelzen von Titansäure mit Basen eine Menge krystallinischer Producte erhalten könne. Mehrere der in der Natur vorkommenden krystallisirten titansauren Verbindungen scheinen bei der Schmelzung eine andere Form anzunehmen. So bildete gelber Titanit eine schwarze Masse, die aus lauter Rhombendodecaëdern bestand, welche besonders auf der Oberfläche recht deutlich waren. Brauner Titanit vom Ilmengebirge im Ural bildete schwarze, fasrige, nicht bestimmbare Krystalle.

arbeiteten Massen vor, sie bestehen aus schneeweifsem Albit und schwarzer Hornblende, wie auch aus etwas tombackbraunem Glimmer, und nehmen sich bei den abstechenden Farben der Gemengtheile sehr schön aus. Die ebenfalls recht deutlich gemengten Diorite unter den Geschieben von Berlin sind durch den Milchquarz, den sie häufig als zufälligen Gemengtheil enthalten, ausgezeichnet.

Diorite mit sehr vorwaltender Hornblende kommen am Ural ebenfalls häufig, besonders in der Gegend von Nischne- und Werch-Isetsk bei Katharinenburg, vor, sie finden sich am Harz an der Rofstrappe und am Mahnberg an der Ocker, zu Mitweida im Erzgebirge, und überhaupt an zu vielen Orten, um noch nöthig zu haben andere Localitäten hier aufzuführen.

2) *Dioritporphyr* besteht aus einer Hauptmasse mit inliegenden Albit- und Hornblendekrystallen.

Die *Hauptmasse* hat in den verschiedenen Abänderungen eine theils grünlich- oder schwärzlichgraue, theils grünlich- oder graulichweifse, immer aber trübe Farbe, einen unebenen, feinsplittrigen und matten Bruch, und ist so hart, dafs sie sich nur schwer oder gar nicht mit dem Messer ritzen läfst. Vor dem Löthrohr schmilzt sie zu einem schwärzlichgrünen Glase [1]).

Der *Albit* findet sich häufig in weifsen, glänzenden, deutlich spaltbaren und scharf begränzten Zwillingskrystallen, die die einspringenden Winkel der vollkommensten Spaltungsflächen sehr deutlich zeigen; in anderen Fällen sind aber die Krystalle weniger scharf begränzt, sie sind schon etwas grünlich und graulich gefärbt, und

1) Ich habe zur Bestimmung der Natur der Grundmasse des Dioritporphyrs, so wie des folgenden Augitporphyrs keine weiteren Versuche angestellt. Es ist wahrscheinlich, wie man gewöhnlich annimmt, dafs die Grundmasse dieser, wie aller Porphyre feinkörnige Gemenge vorzüglich von den Substanzen sind, die darin krystallisirt vorkommen, doch sind eigentliche directe Versuche in dieser Rüksicht wohl noch nicht angestellt.

haben einen matten splittrigen Bruch. In noch anderen Fällen treten sie so wenig aus der Grundmasse hervor, dafs sie nur sichtbar werden, wenn man die Stücke befeuchtet.

Die *Hornblende* ist graulichschwarz, und hat sehr vollkommene und glänzende Spaltungsflächen. Die Krystalle sind lang säulenförmig, oft von bedeutender Dicke, mehr oder weniger fest mit der umgebenden Grundmasse verwachsen. Sie schneiden an dieser scharf ab, und bilden häufig auf den Bruchflächen des Gesteins vollkommen geradlinichte Umrisse, aus denen man auf die äufsere Form schliefsen kann. Vor dem Löthrohre schmelzen kleine Stückchen auf der Kohle leicht und unter starkem Aufschäumen zu einer schwarzen Kugel, die, wenn sie nicht zu grofs ist, vom Magnete angezogen wird.

Zu den zufälligen Gemengtheilen gehören dieselben, die sich auch in den Dioriten finden, *Quarz, Glimmer, Eisenkies* und *Magneteisenstein*. Von diesen findet sich der Quarz am häufigsten, und in manchen Dioritporphyren in ziemlich grofser Menge. Er ist dann meist in an den Kanten abgerundeten Hexagondodecaëdern krystallisirt, graulichweifs, durchscheinend und fettglänzend.

Albit und Hornblende finden sich häufig in fast gleicher Menge in der Grundmasse inliegend, und dann meistens in solcher Menge, dafs die Krystalle wohl eben so viel Raum einnehmen wie die Grundmasse; in anderen Abänderungen tritt dagegen entweder der Albit oder die Hornblende zurück, und fehlen auch wohl gänzlich. Wo der Albit in geringer Menge vorkommt, ist er auch gewöhnlich undeutlich.

Das specifische Gewicht eines 32,5866 Grm. schweren Stücks Dioritporphyrs von der Goldwäsche Pitatelewskj, bei Bogoslowsk, welches sehr deutliche Hornblende- und nur undeutliche Albitkrystalle enthielt, betrug 2,884.

Im Kohlentiegel im Porcellanofen schmolz dieser Dio-

ritporphyr zu einem grauen Glase, an dessen Boden sich ein Eisenregulus gebildet hatte, in welchem ebenfalls etwas Titan von kupferrother Farbe eingesprengt war.

Der Dioritporphyr kommt am Ural auch häufig und ausgezeichnet vor, mit Albit und Hornblende in fast gleicher Menge am Fufse des Auschkuls, und an der Berkutskaja Gora bei Miask und bei der Goldwäsche Pitatelewskj bei Bogoslowsk, am letzteren Orte mit vielen Quarzdodecaëdern; mit schöner Hornblende und nur undeutlichem Albit zu Polikowskj bei Miask, in der Frolowschen Kupfergrube bei Bogoslowsk, und ebenfalls in der Goldwäsche Pitatelewskj; mit Albit ohne Hornblende in der Gegend von Nischne-Turinsk. Mit den zuletzt angeführten Dioritporphyren von Pitatelewskj und den Frolowschen Gruben von überaus grofser Aehnlichkeit sind, nach den Sammlungen der HH. Alex. von Humboldt, Deppe, Meyen und Sellow, mehrere Amerikanische Dioritporphyre, nämlich die von St. Felipe, Provinz Jean de Bracamoros, von der Cuesta grande de Misautha in Mexico, vom Kamme des Monte Impossible, Prov. St. Fernando in Chili, von der Gegend von Gabriel Maxado und Serpe in Monde video. Der prächtige Dioritporphyr der v. Humboldt'schen Sammlung von Pisoje bei Popayan unterscheidet sich von den eben genannten nur dadurch, dafs die weifsen Albitkrystalle viel gröfser und schöner, und die Hornblendekrystalle nur klein sind. Dioritporphyre mit grauer Grundmasse, grofsen weifsen Albit- und wenigen schwarzen Hornblendekrystallen finden sich unter den von den Alten verarbeiteten Massen (*granito amandola*). Diesen ähnliche Porphyre kommen in Veröspatak in Siebenbürgen vor, die Felsart bildend, in welcher der alte Goldbergbau getrieben wird; sie sind indessen schon zersetzt, der Albit wie die Hzrnbleude ist etwas erdig, auch enthalten sie aufserdem grofse Quarzdodecaëder, die an den Kanten abgerundet sind. Eben so ist auch der Dioritporphyr von Schemnitz, worin der

[redacted]

dortige Silberbergbau getrieben wird, schon sehr zersetzt; als zufällige Gemengtheile finden sich darin grüner Talk in dicken regulären 6seitigen Tafeln und Eisenkies, er ist mit Kalkspath fein gemengt, und braust fast überall mit Säuren, wie diefs schon Beudant angegeben hat.

3) *Hypersthenfels*, ein körniges Gemenge von Labrador und Hypersthen.

Die körnigen Zusammensetzungsstücke des *Labrador* sind vorzüglich in zwei Richtungen spaltbar, die sich fast unter demselben Winkel schneiden, wie die des Albits; eben so kommen sie auch unter den nämlichen Verwachsungen vor, die besonders in den grobkörnigen Abänderungen des Hypersthenfelses (wie von der Pauls-Insel bei der Küste Labrador) deutlich sind, wo die Streifung auf den vollkommensten Spaltungsflächen eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist. In diesen grobkörnigen Abänderungen ist er graulichweifs, stark durchscheinend, und meistens von dem bekannten Farbenspiel, das sich immer auf der zweiten Spaltungsfläche (*M*) findet. In den weniger grobkörnigen Abänderungen ist er schneeweifs, nur schwach an den Kanten durchscheinend und ohne Farbenspiel; die Spaltungsflächen sind in diesem Fall weniger deutlich, der Bruch kleinsplittrig. Er ist in diesen Abänderungen schwer von den ähnlichen des Albits zu unterscheiden, seine Schmelzbarkeit vor dem Löthrohr ist mit diesem gleich gering, er verändert, wie dieser, nicht die Farbe des nickelhaltigen Boraxes, wenn er vor dem Löthrohr mit demselben zusammengeschmolzen wird, sein specifisches Gewicht ist höher und verhält sich zu dem des Albits wie 27 : 26, doch ist diefs in den feinkörnigen Abänderungen des Hypersthenfelses schwer zu bestimmen; seine Auflöslichkeit in concentrirter Chlorwasserstoffsäure ist gröfser als beim Albit, aber immer noch zu gering, um als recht entscheidendes Kennzeichen zu dienen. Er kommt, so weit die Beobachtung reicht, nie mit Hornblende, nur mit Augit (incl. Hypersthen und Dial-

[redacted]

lag) vor, und daran ist er, wenn er sich mit diesem Begleiter findet, noch am leichtesten zu erkennen.

Der *Hypersthen* hat zwei Spaltungsflächen, die sich unter einem Winkel von ungefähr 88° schneiden, und eine dritte, die mit den andern Winkel von 134° macht, und die Abstumpfungsfläche der schärferen Kante des von den vorigen gebildeten 4seitigen Prismas darstellt. Die ersteren Spaltungsflächen sind meistens unterbrochen und nicht sehr deutlich, die letztere dagegen oft recht vollkommen, wiewohl zuweilen in dieser Richtung noch glättere und glänzendere Flächen vorkommen, die aber nicht Spaltungs- sondern Zusammensetzungsflächen sind. Diese vollkommenere Spaltungsfläche ist in Rücksicht der Structur der Unterschied des Hypersthens von dem Augite, bei welchem die Spaltungsflächen parallel den Flächen des 4seitigen Prismas in der Regel die deutlicheren sind, wiewohl auch hierin wohl förmliche Uebergänge vorkommen. Zuweilen haben die vollkommensten Spaltungsflächen des Hypersthens geradlinichte Umrisse, wie in den Hypersthenfels vom Monzon in Tyrol; sie bilden dann symmetrische Sechsecke, mit zwei Winkeln von 118° und vier Winkeln von 121°, denselben Winkeln, welche beim Augit die Abstumpfungsflächen der scharfen Seitenkanten (*r* der Haüy'schen Figuren) in der Krystallform haben, die bei den eingewachsenen Krystallen des Augits gewöhnlich vorkommt (wie Figur 93, der 67sten Kupfertafel von Haüy's Atlas).

Die Farbe des Hypersthens ist schwärzlichbraun, schwärzlichgrün bis grünlichschwarz, bei einigen braunen Abänderungen (von der Pauls-Insel und von Penig in Sachsen) auf der vollkommensten Spaltungsfläche fast kupferroth, und der Glanz auf derselben metallischer Perlmutterglanz, während er in den übrigen Richtungen Fettglanz ist; bei anderen braunen Abänderungen (von Neurode in Schlesien, Elfdalen in Schweden) ist der Unterschied in der Farbe nur unbedeutend und fällt auch ganz

[redacted]

weg, wie diefs auch bei den grünen Abänderungen (Insel Skye bei Schottland) der Fall ist, wo nur der Glanz auf der vollkommensten Spaltungsfläche stärker und mehr perlmutterartig ist.

Die Schmelzbarkeit des Hypersthens vor dem Löthrohr ist immer nur gering, kleine Splitter schmelzen, in der Platinzange gehalten, mehr oder weniger zu einem grünlichschwarzen Glase, das vom Magnete angezogen wird, wie er auch schon vor der Schmelzung meistens schwach magnetisch ist; manche Abänderungen sind fast gar nicht schmelzbar.

Die körnigen Zusammensetzungsstücke des Hypersthens sind zuweilen an den Gränzen gegen den Labrador, oder an den Rändern kleiner Risse, die den Hypersthen durchziehen, mit grünlichschwarzer Hornblende verwachsen, die an den zwei Spaltungsflächen, welche einen Winkel von 124° mit einander bilden, erkannt werden kann. Die Verwachsung dieser Hornblende mit dem Hypersthen ist aber ganz regelmäfsig, und von der Art, dafs die Hauptaxen der geschobenen 4seitigen Prismen, welche die Spaltungsflächen der Hornblende und des Hypersthens bilden, so wie die durch die scharfen Kanten des Hornblendeprismas, und die durch die stumpfen Kanten des Hypersthenprismas gelegten Ebenen parallel sind. Sie findet sich an dem Hypersthen von Penig und mancher Geschiebe von Berlin, jedoch im Ganzen nicht so ausgezeichnet als bei dem Diallag des Gabbros, oder dem Augite des Augitporphyrs, wo ihrer später noch erwähnt werden wird, ist aber mit diesen wahrscheinlich einerlei Entstehung, und, wie mir scheint, nicht ursprünglich, sondern einer anfangenden Umänderung des Hypersthens zuzuschreiben. Ohne Verwachsung mit Hypersthen, in deutlichen Krystallen und Körnern, kommt die Hornblende in dem Hypersthenfelse *nie* vor.

Zu den unwesentlichen Gemengtheilen gehört:

Olivin, der in oft ziemlich grofsen Körnern von oli-

[redacted]

vengrüner Farbe vorkommt (Elfdalen in Schweden). Fast völlige Abwesenheit der Spaltungsflächen und Unschmelzbarkeit vor dem Löthrohre, wie auch seine Farbe zeichnen ihn vor dem Hypersthen aus.

Glimmer in Blättchen von tombackbrauner Farbe.

Apatit, in dünnen, langen, weifsen, 6seitigen Prismen die übrigen Gemengtheile durchsetzend.

Titaneisen in eisenschwarzen metallisch glänzenden magnetischen Körnern, die an der rothen Farbe, die sie bei der Schmelzung vor dem Löthrohr dem Phosphorsalz ertheilen, von dem Magneteisenstein zu unterscheiden sind.

Eisenkies, meistens nur in geringer Menge fein eingesprengt.

Der Hypersthenfels kommt bald mehr, bald weniger grobkörnig vor, so grobkörnig, dafs die körnigen Zusammensetzungsstücke den Durchmesser mehrerer Zolle haben, und so feinkörnig, dafs die Masse scheinbar gleichartig erscheint. Im Allgemeinen ist in dem Hypersthenfels die Masse des Labradors vor der des Hypersthens vorherrschend; Olivin und Eisenkies sind, wo sich diese Gemengtheile finden, immer nur in sehr geringer Menge vorhanden, Titaneisen dagegen findet sich in manchen Abänderungen des Hypersthenfels so häufig, dafs es in demselben fast einen wesentlichen Gemengtheil auszumachen scheint (Elfdalen, Geschiebe der Gegend von Berlin), in andern fehlt es gänzlich (Pauls-Insel).

Der Hypersthenfels von Elfdalen, welcher viel Titaneisen eingemengt enthält, schmolz im Porcellanofen im Kohlentiegel zu einer graulichschwarzen, im Bruche matten Masse, an deren Boden sich ein bedeutend grofser Eisenregulus mit vielen eingesprengten, deutlich erkennbaren Titankrystallen gebildet hatte. Kleinere Eisenreguli mit Titan safsen auf der Oberfläche und an den Seiten.

Der Hypersthenfels kommt am Ural nur in wenig

ausgezeichneten Abänderungen vor, die noch dazu nicht anstehend bekannt sind, und sich nur in Geschieben in dem Platinsande von Nischne-Tagilsk finden. Zu den grobkörnigsten bekannten Abänderungen gehört der Hypersthenfels von der Pauls-Insel bei der Küste Labrador, von welchem Fundorte auch die beiden den Hypersthenfels zusammensetzenden Mineralien zuerst bekannt geworden sind. Der sich hier findende Hypersthen ist durch seinen metallischen, fast kupferrothen Perlmutterglanz besonders ausgezeichnet; der Labrador ist graulichweifs, stark durchscheinend, und hat häufig Farbenspiel. Von den zufälligen Gemengtheilen enthält dieser Hypersthenfels keine.

Ebenfalls sehr grobkörnig ist der Hypersthenfels von Penig in Sachsen, der Labrador desselben ist auch noch durchscheinend, der Hypersthen hat metallischen Perlmutterglanz und zuweilen eine Einfassung von Horblende. — Etwas weniger grobkörnig ist der Hypersthenfels von Buchau bei Neurode in Schlesien, der Labrador desselben ist zuweilen sehr durchscheinend, der Hypersthen braun. Der bekannte schöne Hypersthenfels von Elfdalen ist diesem in Rücksicht der Gröfse des Korns gleich, der Labrador ist weifs und wenig durchscheinend, der Hypersthen schwärzlichbraun. Er enthält viel Titaneisen, aufserdem noch etwas Olivin und feine Nadeln von Apatit. Er wird in Elfdalen verschliffen, und zu Vasen, oft von bedeutender Gröfse, und anderen Gegenständen verarbeitet. Bei der vortrefflichen Politur, die das Gestein annimmt, und den unter einander abstechenden Farben der Gemengtheile, gehört es zu den schönsten Gesteinen, die bekannt sind.

Dem Elfdaler Gestein sehr ähnlich sind manche Abänderungen von Hypersthenfels, die sich unter den Geschieben der Gegend von Berlin finden, nur ist der Labrador stärker durchscheinend und etwas grünlich gefärbt, der Hypersthen wenig dunkel, doch stark glänzend. Er

[redacted]

enthält aufserdem Titaneisen so wie Olivin. Andere Abänderungen haben schwärzeren Hypersthen, und diesen zuweilen mit einer Einfassung von Hornblende.

Auch der Hypersthenfels vom Monzon im Fassa-Thal in Tyrol, bildet häufig grobkörnige Abänderungen. Er besteht aus weifsem, wenig durchscheinenden Labrador und braunem Hypersthen, der erstere ist vorherrschend, und Hypersthen liegt oft in einzelnen regelmäfsig begränzten Krystallen in dem Labrador.

Sehr ausgezeichnet ist ferner der Hypersthenfels vom Coruisge auf der Insel Skye unter den Hebriden. Die Königliche Sammlung besitzt davon in den Sammlungen der HH. v. Dechen und v. Oeynhausen vortreffliche Stücke. Das Gestein ist häufig sehr grobkörnig, die Menge des Hypersthens fast vorwaltend, der aber nicht die gewöhnliche braune, sondern eine schwärzlichgrüne Farbe hat, der Labrador ist grünlichweifs und durchscheinend. Titaneisen findet sich in ihm auch, doch in geringer Menge.

Am Harz ist der Hypersthenfels sehr häufig, und macht den gröfsten Theil der dort vorkommenden Grünsteine aus, doch sind die verschiedenen Abänderungen auch in den deutlichsten Abänderungen wenig ausgezeichnet; der Labrador in ihnen ist undurchsichtig und grünlichweifs, der Hypersthen braun, gröfsere Krystalle vom Labrador liegen nicht selten in der kleinkörnigen Masse, die auch öfters Titaneisen und Eisenkies enthält. Zu diesen ausgezeichneteren Abänderungen gehören der Hypersthenfels von der Petersklippe in der Nähe des Büchenberges bei Wernigerode, von der Heinrichsburg bei Mägdesprung im Selkethale, aus dem Huththale bei Clausthal, und von der Kollie bei Braunlahe (die Nummern 63 und 64 der Harzer Gebirgsarten-Sammlung von Lasius). Diesen Harzer Gebirgsarten sehr ähnlich sind die von der Krötenmühle bei Steben im Fichtelgebirge, und aus dem Dillenburgschen.

4) *Gabbro*, ein körniges Gemenge aus Labrador und Diallag.

Es ist dem vorigen sehr verwandt. Der *Labrador* ist von der nämlichen Beschaffenheit wie der des Hypersthenfels, nur ist er nicht immer so deutlich spaltbar, er zeigt noch häufiger einen dichten splittrigen Bruch, in welchem Fall dann die Durchscheinenheit geringer und die Farbe grünlichweifs oder grünlichgrau ist.

Den *Diallag* selbst kann man betrachten wie einen Augit, von dessen Spaltungsflächen die nach den Flächen des geschobenen 4seitigen Prismas von 88° nicht mehr sichtbar, und nur die nach den Abstumpfungsflächen der scharfen und stumpfen Seitenkanten dieses Prismas geblieben sind. Die Spaltungsflächen nach der ersteren dieser Richtungen sind sehr vollkommen, sie haben metallischen Perlmutterglanz, und Risse und Streifen, die den Kanten mit der Spaltungsfläche nach der zweiten Richtung parallel gehen; die letzteren sind viel unvollkommener und matt oder von Fettglanz. Wegen der Anwesenheit der zweiten Spaltungsflächen läfst sich der Diallag auch bei grobkörnigen Abänderungen des Gabbros selten in gröfseren Blättchen spalten, die auch aufserdem nicht elastisch sind, und sich dadurch von dem Glimmer unterscheiden. Sie sind häufig krummblättrig und gebogen. Zuweilen zeigen die Körner des Diallags geradlinichte Umrisse, und bilden dann symmetrische Sechsecke mit denselben Winkeln wie die vollkommensten Spaltungsflächen des Hypersthens. — Die Farbe ist ein trübes Grün, das in's Graue und Braune und Schwarze übergeht, zuweilen grünlich- und graulichweifs, die vollkommene Spaltungsfläche hat metallischen Perlmutterglanz, die übrigen Richtungen sind matt oder haben Fettglanz. — Die Schmelzbarkeit des Diallags vor dem Löthrohre ist sehr gering, er schmilzt, mit der Platinzange gehalten, in dünnen Splittern nur an den Kanten zu einem schwärzlichgrünen glänzenden Glase [1]).

1) Die Angaben des Verhaltens vor dem Löthrohre sowohl beim

[redacted]

Die eingewachsenen Stücke des Diallags im Gabbro sind noch häufiger und deutlicher als die des Hypersthens im Hypersthenfels mit einer dunkleren Rinde von Hornblende umgeben, die auf die nämliche Weise wie bei diesen regelmäfsig mit dem Diallag verwachsen ist. Diese Verwachsung kommt bei dem Diallag von der Baste am Harz vor, wo sie Köhler zuerst beschrieben hat, sie findet sich aber noch viel ausgezeichneter bei dem Diallag des Gabbros vom Dorfe La Prese, zwischen Bormio und Tirano, im Veltlin. Hier bestehen die kleineren Stücke ganz aus Hornblende, nur die gröfseren aus vorwaltendem Diallag mit einer Rinde von Hornblende; diese letztere ist glänzend und braun, und hat in der Farbe wohl Aehnlichkeit mit dem Hypersthen, wofür sie auch öfter gehalten worden ist [1]). Sie schmilzt schon auf der Kohle zu einer grünlichschwarzen Kugel, während der damit vorkommende Diallag, wie der von anderen Fundorten, nur, in der Platinzange gehalten, an den Kanten schmelzbar ist.

Zu den unwesentlichen Gemengtheilen gehören tombackbrauner *Glimmer*, *Eisenkies* und *Titaneisen*, die jedoch immer nur in geringer Menge vorkommen. Häufiger findet sich in einigen Abänderungen *Serpentin*, doch nur dann wo dieser selbst in gröfseren Massen mit dem Gabbro vorkommt. Der Querbruch des Diallags hat im Ansehen grofse Aehnlichkeit mit dem Serpentin, daher man auf der einen Seite leicht verleitet werden kann, seine Menge gröfser anzunehmen als sie ist, auf der andern Seite, sie ganz zu übersehen [2]).

Diallag und Hypersthen sind verschieden von denen, die Berzelius in seinem Löthrohrbuche angiebt, daher ich vermuthe, dafs Berzelius, ungeachtet der Bemerkung, dafs er die Stücke von Haüy erhalten, nicht die rechten Mineralien untersucht habe.

1) *Sur l'hyperstène et la siénite hypersthénique de la Valteline, par Mr.* Necker, *bulletin universelle, T. XLII p.* 123.

2) Das Vorkommen des Serpentins im Gabbro, und die Aehnlich-

Das Gemenge des Gabbros kommt nicht selten sehr grobkörnig vor. Gewöhnlich ist die Menge des Labradors in demselben vorherrschend; wegen der großen Flächen, die man bei der vollkommenen Spaltbarkeit des Diallags in einer Richtung sehr leicht beim Zerschlagen des Gesteins erhielt, scheint zwar die Menge des Diallags oft viel größer als die des Labradors zu seyn, doch ist dieß nur scheinbar, da die Blättchen des Diallags meistens nur wenig Dicke haben.

Am Ural kommt eigentlicher Gabbro eben so wenig vor wie ausgezeichneter Hypersthenfels, wiewohl Serpentin mit porphyrartig eingewachsenem Diallag sehr häufig ist. Sehr grobkörnige und deutliche Gemenge finden sich bei Neurode in Schlesien, aus graulichweißem durchscheinenden Labrador und olivengrünem Diallag bestehend, ferner an der Baste am Harz und bei dem Dorfe La Prese im Veltlin. Eine sehr schöne Abänderung findet sich in der Amerikanischen Sammlung des Hrn. Al. von Humboldt, sie kommt bei Ayavaca in Peru vor, und besteht aus vorwaltendem grünlichgrauen Diallag und wenigem grünlichweißen durchscheinenden Labrador. — Mit Serpentin gemengter Gabbro findet sich unter andern sehr ausgezeichnet bei Florenz und Briançon.

5) *Augitporphyr* besteht aus einer Grundmasse mit inliegenden Hornblende- und Augitkrystallen.

Die Grundmasse hat gewöhnlich eine ähnliche trübe grüne und graue Farbe wie die des Dioritporphyrs, nur ist sie zuweilen dunkler und dann sehr basaltähnlich, zuweilen ist sie aber auch sehr licht. Die Härte ist im

keit im Ansehen des Querbruchs des Diallags und des Serpentins, hat zu der Meinung Veranlassung gegeben, daß der Serpentin nichts anderes als ein feinkörniger Gabbro sey; aber diese Meinung, die zu einer Zeit, wo man noch keine genauen Analysen des Diallags, so wie noch keine Reihe von Analysen des Serpentins hatte, sehr wahrscheinlich erscheinen mußte, hat doch in den neueren chemischen Untersuchungen keine Unterstützung gefunden.

[redacted]

Allgemeinen auch wie die der Grundmasse des Dioritporphyrs, ihre Schmelzbarkeit aber geringer; sie schmilzt vor dem Löthrohre, mit der Platinzange gehalten, gewöhnlich nur an den Kanten zu einem schwärzlichgrünen Glase. Von Chlorwasserstoffsäure wird ihr feines Pulver unter Abscheidung der Kieselsäure aufgelöst, doch nur sehr schwer, die Auflösung enthält Thonerde, etwas Eisenoxyd und vielen Kalk; ob auch Talkerde und ein Alkali, ist wahrscheinlich, doch nicht untersucht.

Die Krystalle des *Labradors* sind die feldspathähnlichen, fast symmetrischen 6seitigen Prismen, die gewöhnlich durch Ausdehnung der den zweiten Spaltungsflächen correspondirenden Flächen (*M*) breit geworden sind, zuweilen in dem Maafse, dafs sie im Querbruche wie dünne Streifen erscheinen. Sie sind, wie die eingewachsenen Stücke, immer Zwillingskrystalle, und die vollkommenste Spaltungsfläche (*P*) des nur scheinbar einfachen Krystalls hat daher den bekannten einspringenden Winkel, doch sind die Spaltungsflächen nur selten, und nur bei den reineren durchscheinenden Krystallen von solcher Vollkommenheit, wie in der Regel bei dem Albit des Dioritporphyrs; die Krystalle sind meistens nur sehr wenig durchscheinend, und der Bruch matt und kleinsplittrig. Die Farbe ist theils schneeweifs, theils durch Einmengung der Grundmasse grünlich- und graulichweifs. Ihre Gröfse ist verschieden, am gröfsten fand ich sie in dem Augitporphyr von Ajatskaja, 130 Werste nördlich von Katharinenburg im Ural, wo ihre Länge, bei ziemlich bedeutender Breite, mehr als 1 Zoll beträgt, nicht selten sind sie aber nur sehr klein und undeutlich. Sie treten in diesem Fall nur sehr wenig aus der Grundmasse hervor, die dann gewöhnlich auch nur licht und wenig dunkler als die Labradorkrystalle gefärbt ist. Man sieht sie besser, wenn man das Gestein anfeuchtet, dennoch würden die Krystalle in diesem Falle schwer für Labrador erkannt werden können, wenn diefs nicht die

Analogie mit den deutlicheren Augitporphyren wahrscheinlich machte.

Die groſsen Labradorkrystalle von Ajatskaja lassen sich leichter, wie sonst gewöhnlich, aus der Grundmasse herauslösen; ihr specifisches Gewicht fand ich bei einem Versuche =2,730, sie werden im pulverförmigen Zustand von Chlorwasserstoffsäure zersetzt, jedoch nur sehr schwer, mit Barythydrat geschmolzen, fand ich in diesen Krystallen Kieselsäure, Thonerde, etwas eisenoxydhaltig, Kalk und Natron, wie in dem übrigen Labrador.

Die *Augitkrystalle* haben die Form, die sie gewöhnlich haben, wenn sie eingewachsen sind; sie bilden geschobene vierseitige verticale Prismen von 88° mit abgestumpften schärferen und stumpferen Seitenkanten, die an den Enden mit einem schiefen, geschobenen, vierseitigen Prisma von 120° begränzt sind. Sie sind spaltbar nach den Flächen des verticalen Prismas und den Abstumpfungsflächen der Seitenkanten, die Spaltungsflächen sind deutlicher als bei den in den Basalten eingewachsenen Augitkrystallen aber viel undeutlicher als bei den Hornblendekrystallen. Sie sind auf der Oberfläche theils glatt und glänzend, theils matt und schwach vertical gestreift, hängen im ersteren Fall fest, im letzteren weniger fest mit der Grundmasse zusammen, fallen dann beim Zerschlagen des Gesteins häufig heraus, und hinterlassen Eindrücke, an denen man die Form der Krystalle sehr deutlich erkennen kann. Sie sind von Farbe grasgrün bis schwärzlichgrün, gewöhnlich noch stark durchscheinend. Vor dem Löthrohre schmelzen kleine Splitter an den Kanten nur schwer und unter Aufschäumen zu einem grünen Glase.

In vielen Fällen haben indessen die in den Augitporphyren eingewachsenen Krystalle wohl die Form des Augits, aber nur zwei Spaltungsflächen, die rücksichtlich ihrer Lage als Zuschärfungsflächen der scharfen Seitenkanten des verticalen geschobenen 4seitigen Prismas von

[redacted]

88° erscheinen, und sich unter Winkeln von 124° schneiden, wie die bei der Hornblende vorkommenden Spaltungsflächen. Diefs sind die Krystalle, die ich nach ihrem so häufigen Vorkommen im Ural *Uralit* genannt, und bei mehreren Gelegenheiten, zuletzt in diesen Annalen, Band XXXI S. 609, beschrieben habe. Ich halte sie für Augitkrystalle, die mit Beibehaltung ihrer äufseren Form sich in Hornblendemasse umgeändert haben. Sie sind schwärzlichgrün von Farbe, die Spaltungsflächen zart vertical gestreift und von einem eigenthümlichen fasrigen Ansehn, die Oberfläche der Krystalle ist stärker gestreift und matt. Dünne Splitter, in der Platinzange gehalten, schmelzen vor dem Löthrohr ruhig zu einem schwärzlichgrünen Glase und leichter als Augit. Sie finden sich sehr ausgezeichnet in den Augitporphyren von Mostawaja, 35 Werste nördlich von Katharinenburg, und bei der Goldwäsche Cavellinski bei Miask, kommen aber, wenn auch weniger ausgezeichnet, an vielen Orten im Ural vor, und finden sich überhaupt in den Uralischen Augitporphyren häufiger als Augit.

Zuweilen haben die Uralitkrystalle noch einen Kern von Augit, der lichter und grasgrün von Farbe ist, und dessen Spaltungsflächen den äufseren Krystallflächen des Uralits vollkommen parallel sind. Die Verwachsung der Hornblendemasse mit dem Augit ist daher von der nämlichen Art wie die oben beschriebene Verwachsung der Hornblendemasse mit dem Hypersthen und Diallag, wodurch es wahrscheinlich wird, dafs die Hornblende, die mit diesen letzteren Substanzen verwachsen vorkommt, ebenfalls Uralit ist, was jedoch bis jetzt noch bei der in diesen Fällen fehlenden regelmäfsigen Begränzung der Hornblende nicht auszumachen ist. Die Verwachsung des Augits und Uralits findet sich am ausgezeichnetsten bei dem Augitporphyr von Muldakajewsk, bei Miask im Ural; aber auch andere deutliche Augitkrystalle, wie die in dem Augitporphyr von Nicolajewsk, sind auf der Oberfläche

häufig schon mit kleinen Hornblendeprismen verwachsen, oder, wie man will, in dieselben umgeändert.

Zu den unwesentlichen Gemengtheilen ist bei den Augitporphyren nur der *Eisenkies* zu zählen, der in vielen derselben fein eingesprengt vorkommt. Quarz in Krystallen und Körnern, so wie eigentliche Hornblende in der ihr eigenthümlichen Form und ohne Verwachsung mit Augit findet sich auch als unwesentlicher Gemengtheil in ihnen eben so wenig wie in dem Hypersthenfels und dem Gabbro.

Was die relative Menge der Gemengtheile betrifft, so findet bei den Labrador und Augit der Augitporphyre dasselbe statt, was bei dem Albite und der Hornblende der Dioritporphyre stattfindet. Es kommen Augitporphyre vor, die beide Gemengtheile in ziemlich gleicher Menge enthalten, diefs sind jedoch nur die seltneren, häufiger finden sich solche, die entweder Labrador oder Augit (oder statt dessen Uralit) allein, oder in doch sehr vorherrschender Menge enthalten [1]). — Die Krystalle liegen in den Augit führenden Porphyren gewöhnlich ganz unregelmäfsig neben einander, bei den Labradoren der Labrador führenden Porphyre bemerkt man eher eine etwas regelmäfsige Lage, sie liegen nämlich häufig mit ihren breiten Seitenflächen oder wenigstens mit ihren Hauptaxen parallel (Nadelporphyr des südlichen Norwegens), daher das Ansehn der Kxystalle auf der Bruchfläche des Gesteins nadelförmig erscheint, wenn der Bruch rechtwinklig die Hauptaxen der Krystalle durchschneidet, breit-

1) Wegen dieses Umstandes scheint der Name Augitporphyr nicht recht passend für die ganze Abtheilung zu seyn. Man kann recht füglich Labradorporphyr und Augitporphyr unterscheiden, aber dann fehlt ein gemeinschaftlicher Name für die ganze Gattung. Ich enthalte mich jedoch aller Vorschläge zu neuen Namen, weil es wohl jetzt noch zu früh ist, Aenderungen in den vorhandenen Namen zu machen. Nicht minder unpassend ist der Name Hypersthenfels, der mit gleichem Rechte Labradorfels heifsen könnte.

[redacted]

blättrig, wenn er mit den breiten Seitenflächen der Krystalle parallel geht.

Die Hauptmasse des Augitporphyrs wird zuweilen mandelsteinartig. In den in diesem Fall entstehenden Blasenräumen findet sich zuweilen Quarz, der, wie schon früher angeführt, sonst in Krystallen und Körnern nie in der Masse vorkommt (Augitporphyre von Holmestrand im südlichen Norwegen, und antiker grüner Labradorporphyr). Aufserdem finden sich darin Zeolithe und Kalkspath (Tyrol), wie auch Pistazit (Tyrol und Flufs Tscharysch im Altai).

Die Augitporphyre gehören besonders in den Abänderungen, die nur Augit oder Uralit enthalten, zu den zähesten Gesteinen die vorkommen. Sie sind nur mit der gröfsten Mühe zu zerschlagen, und es ist aufserordentlich schwer, ordentliche Formatstücke von ihnen zu erhalten. Am meisten ist mir in dieser Rücksicht der Augitporphyr von Muldakajewsk bei Miask im Ural aufgefallen, der Uralitkrystalle mit einem Kern von Augit enthält.

Unter den Augitporphyren, besonders den labradorhaltigen, kommen Abänderungen vor, die durch die schöne Politur und Farbe, die sie beim Schleifen annehmen, sich ganz besonders zur Verfertigung von Kunstgegenständen eignen, wie sie auch häufig dazu angewandt worden sind. Bekannt ist in dieser Rücksicht der von den Alten verbreitete sogenannte serpentino verde antico, der in Rücksicht der Schönheit der Farbe der Grundmasse, bei der Gröfse der inliegenden Labradorkrystalle immer noch unübertroffen dasteht, wiewohl nicht viel weniger schöne Abänderungen am Ural und im Altai vorkommen, die in den Schleifereien von Katharinenburg und von Kolywan verschliffen werden.

Folgendes sind die specifischen Gewichte einiger Augitporphyre:

	Absolutes Gewicht in Grammen.	Specifisches Gewicht.
1) Augitporphyr von Nicolajewsk, bei Miask im Ural	30,1022	3,002
2) Uralitporphyr v. Muldakajewsk bei Miask [1])	43,5027	3,100
3) Uralitporphyr von Cavelkinskj bei Miask [2])	27,0183	3,030
4) Uralitporphyr von Mostowaja bei Katharinenburg im Ural [3])	23,9587	2,993
5) Labradorporphyr, sogenannter serpentino verde antico [4]) ...	24,1780	2,923
6) Labradorporphyr vom Flusse Tscharysch im Altai [5])	21,5010	2,878

Man sieht aus dieser Uebersicht, dafs im Allgemeinen die Labradorporphyre leichter sind als die Augitporphyre, was auch natürlich ist, da der Labrador selbst specifisch leichter ist als der Augit. Bei den Augitporphyren von Mostowaja wurden Uralkrystalle aus der Grundmasse herausgenommen, und Krystalle und Grundmasse besonders gewogen. Ich fand das specifische Gewicht des Uralits =3,150, das der Grundmasse =2,991. Die Resultate sind indessen nicht vollkommen genau, da es unmöglich war, die Uralitkrystalle von aller ansitzenden Grundmasse zu befreien, und die Grundmasse, wenn-

1) Die Uralite enthielten zum Theil Kerne von Augit.

2) Das untersuchte Stück enthielt hier und da etwas Eisenkies eingesprengt.

3) Die ziemlich lichte Grundmasse enthielt sehr undeutliche Krystalle von Labrador.

4) Das untersuchte Stück enthielt etwas Eisenkeis fein eingesprengt, und eine kleine Mandel von Quarz.

5) In der lichte grünlichgrauen Grundmasse lagen grofse weifse Labrador- und einige grüne Augitkrystalle.

[redacted]

gleich in sehr kleine Stücke zerschlagen, doch noch etwas Uralit enthalten haben konnte.

Der Augitporphyr von Muldakajewsk schmolz, in einem Platintiegel dem Feuer des Porcellanofens ausgesetzt, zu einem schwärzlichgrünen durchsichtigen Glase, das an den Rändern in einer Schicht von der Dicke einer Linie entglast, grünlichgrau, undurchsichtig und feinfasrig gewordem war.

In Kohlentiegeln schmolzen im Porcellanofen die Augitporphyre von Mostawaja, Cavellinskj und Nicolajewsk zu gelblich- oder graulichweifsen undurchsichtigen Massen, an deren Boden sich grofse, wie an den Seiten eine Menge kleine Eisenreguli gebildet hatten, die ebenfalls eine Menge kleiner Krystalle kupferrothen Titans enthielten. Auch bei der Schmelzung des sogenannten Serpentino verde antico bildete sich ein Eisenregulus mit inliegendem Titan.

Was das Vorkommen des Augitporphyrs betrifft, so findet er sich unter allen den Gebirgsarten, die man mit dem Namen Grünstein bezeichnet hat, am häufigsten. Er fehlt in wenigen Gebirgen, wo Grünsteine vorkommen, findet sich aber vielleicht in keinem in solcher bedeutenden Menge und Mannigfaltigkeit als im Ural, er ist hier noch durch sein Zusammenvorkommen mit Magneteisenstein von besonderem Interesse, da sämmtliche grofse Magnetberge, wie der Blagodat bei Kuschwa, die Wissokaja Gora bei Nischne Tagilsk, der Katschkanar bei Nischne Turinsk, von Augitporphyr umgeben sind, und aus ihm hervorgebrochen zu seyn scheinen. Der gröfste Theil dieser Porphyre sind eigentliche Augit- oder besonders Uralitporphyre, die labradorführenden Porphyre kommen am Ural seltener vor. Letztere finden sich hier am ausgezeichnetsten bei dem Dorfe Ajatskaja, nördlich von Katharinenburg, wo sie in mehreren Abänderungen vorkommen. Die Grundmasse ist graulich- oder gelblichweifs, die inliegenden Labradorkrystalle sind scharf be-

gränzt und von verschiedener Gröfse, zuweilen, wie schon angeführt, sehr bedeutend grofs, Augit findet sich darin nur wenig. Sie werden auf der Katharinenburger Schleiferei verschliffen. Andere schöne Abänderungen kommen am Altai, besonders an dem Flusse Tscharysch vor; sie übertreffen noch an Schönheit die vom Ural, enthalten eben so weifsen scharfbegränzten Labrador, doch aufserdem noch ziemlich viel schwärzlichgrünen Augit, und manche Abänderungen von mehr lauchgrüner Grundmasse, in kleinen Mandeln excentrisch strahligen Pistazit, gewöhnlich mit einer Rinde von Quarz umgeben.

Zu den ausgezeichnetsten Labradorporphyren anderer Länder gehört ganz besonders der von den Alten verarbeitete sogenannte Serpentino verde antico, dessen Grundmasse eine schöne lauchgrüne Farbe hat; die inliegenden Labradorkrystalle sind ziemlich grofs, aber stets grünlichweifs gefärbt [1]), Eisenkies findet sich hier und da in ihr fein eingesprengt, Quarz ist zuweilen in kleinen Mandeln, wie auch Pistazit in kleinen Gängen in ihm enthalten.

In Deutschland finden sich die schönsten Abänderungen am Harz. Er kommt hier anstehend, sowohl in der Gegend zwischen Elbingerode und Rübeland, als auch zwischen Blankenburg und Hüttenrode vor, und findet sich in vielen Geschieben in dem Mühlthale zwischen Rübeland und Elbingerode. Die Grundmasse ist schwärzlichgrün oder röthlichbraun, letzteres aber wohl nur bei anfangender Zersetzung, die inliegenden Krystalle sind weifs bis grünlichweifs, hier und da finden sich auch kleine Kugeln von Kalkspath in der Grundmasse.

Porphyre, die Labrador und Augit in ziemlich glei-

1) Ich habe ihr spec. Gewicht =2,889, also höher gefunden, als es gewöhnlich beim Labrador vorkommt, welcher Umstand aber darin seinen Grund hat, dafs die Krystalle nicht vollständig von der Grundmasse getrennt werden konnten, von deren Einmischung sie auch ihre grünliche Färbung erhalten haben.

[redacted]

cher Menge enthalten, finden sich am kleinen Blagodat bei Kuschwa im Ural, noch ausgezeichneter aber bei Dillenburg, wo die Grundmasse schwärzlichgrau, die inliegenden Labradorkrystalle graulichweifs und wenig durchscheinend, die Augitkrystalle schwärzlichgrün und glänzend sind und fast muschligen Bruch haben. Auch gehört hierher der von v. Buch beschriebene Nadelporphyr des südlichen Norwegens, welcher mit, aber auch, wie in der Gegend von Christiania, ganz ohne Augit vorkommt.

Porphyre, die nur oder vorherrschend Augit enthalten. kommen im Ural besonders bei der Goldwäsche Nicolajewsk bei Miask und in der Gegend von Nischne Tagilsk vor; am ersteren Orte sind die inliegenden Augitkrystalle grofs und grasgrün, und lassen sich leicht aus der Grundmasse herauslösen, in welcher sie glattflächige Eindrücke hinterlassen, am letzteren Orte sind sie kleiner, dunkler schwärzlichgrün von Farbe und stärker glänzend, und liegen sehr gedrängt in der Masse. — Dem Augitporphyr von Nicolajewsk sehr ähnlich ist der von Tisenz in Tyrol; die Augitporphyre von Steben im Fichtelgebirge und Holmestrand im südlichen Norwegen haben eine dunklere Grundmasse, die inliegenden Krystalle sind am ersteren Orte fast pistaziengrün von Farbe und liegen sparsam in der Masse, an letzterem Orte grünlichschwarz und häufig, und geben dem Ganzen schon ein etwas basaltähnliches Ansehen.

Die uralitführenden Porphyre charakterisiren den Ural ganz besonders, da sie hier häufiger vorkommen als die augitführenden Porphyre. Zu den ausgezeichnetsten Abänderungen dieser Porphyre gehören die von der Goldwäsche Cavellinskj bei Miask und von dem Dorfe Mostowaja bei Katharinenburg; die Grundmasse des ersteren ist grünlichgrau, hart und leer von Labrador, die inliegenden Uralkrystalle sind häufig, und fest mit der Grundmasse verwachsen, in welche auch hier und da noch etwas Eisenkies eingewachsen ist; die Grundmasse

[redacted]

des Augitporphyrs von Mostowaja ist lichter, läſst sich schon etwas mit dem Messer ritzen, die inliegenden Uralkrystalle liegen weniger gedrängt und fest in der Grundmasse, sie fallen beim Zerschlagen des Gesteins zuweilen aus demselben heraus, und hinterlassen glattflächige Eindrücke, die häufig etwas braun von Eisenoxyd gefärbt sind. Labrador ist in kleinen Krystallen in der Grundmasse enthalten, zeichnet sich aber wenig aus, und ist nur beim Anfeuchten der Stücke zu erkennen. — Diesem sehr ähnlich ist der Uralitporphyr vom See Baltyn, 35 Werste von Katharinenburg, der sich in der Hermann'schen Gebirgsartensammlung vom Ural findet. Hermann, dem die Eigenthümlichkeit dieses am Ural so weit verbreiteten Gesteins schon auffiel, nannte es nach diesem Fundort Baltynit. Uralitporphyre mit Kernen von Augit finden sich am ausgezeichnetsten zu Muldakajewsk bei Miask.

In anderen Gebirgen scheinen die Uralitporphyre seltener vorzukommen, doch habe ich sie schon an mehreren Orten gefunden, ganz besonders in Tyrol, wo sie unter andern am Travignolo bei Predazzo zum Verwechseln ähnlich mit dem Uralitporphyr von Cavellinskj am Ural vorkommen. Auch in Mysore in Ostindien findet sich Uralitporphyr nach einem Stücke, welches sich in dem Königl. mineralogischen Museum in Berlin befindet, und unter den Geschieben in der Mark hat ihn Hr. Dr. Ratzeburg in Neustadt entdeckt und mir davon eine Probe mitgetheilt. Die Grundmasse ist ziemlich dunkel schwärzlichgrün, die inliegenden Uralitkrystalle finden sich nur sparsam, sind kleiner als gewöhnlich die Uralschen, aber doch sonst vollkommen deutlich.

Dieſs scheinen mir die Hauptabtheilungen zu seyn, die unter den Grünsteinen zu machen sind, Gebirgsarten, die sich sonst durch ein ähnliches Vorkommen auszeichnen

[redacted]

da sie sich meistens alle im sogenannten schiefrigen Urgebirge und im Uebergangsgebirge finden, besonders in dem Talkschiefer, Chloritschiefer und Thonschiefer wie im Ural, oder im Thonschiefer und der Grauwacke wie am Harz und im Fichtelgebirge. Ich habe die Untersuchung absichtlich nicht auf andere ältere oder neuere Gebirgsarten ausgedehnt, unter denen manche vorkommen, die viel Aehnlichkeit mit den genannten Gebirgsarten haben, und in Handstücken kaum zu unterscheiden seyn möchten. Der Diorit ist sehr verwandt mit dem Syenit, der aber ein körniges Gemenge von Feldspath und gewöhnlich schwarzer Hornblende ist, und in welchen zuweilen auch Albit, aber nur als zufälliger Gemengtheil vorkommt. Auch sein Vorkommen zeichnet ihn noch aus, da er sich gewöhnlich mit dem Granite oder den rothen Porphyren zusammen findet. Der Hypersthenfels ist sehr verwandt mit dem Dolerite, der ein körniges Gemenge ist aus Labrador und schwarzem Augit und mit den Basalten vorkommt, der Augitporphyr selbst mit dem Basalte, dessen Grundmasse zwar dunkler ist, so wie sie auch gewöhnlich schwarzen Augit und aufserdem auch Olivin und Hornblende enthält, aber die Farbe der Grundmasse sowohl als der eingeschlossenen Augitkrystalle mancher Augitporphyre wird zuweilen sehr dunkel, so wie es auch viele ächte Basalte giebt, die Olivin neben sehr lichtem grünen Augit enthalten. Hornblende ist in den Basalten nur selten, und findet sich in den meisten gar nicht, und Olivin ist zwar nicht in den Augitporphyren bekannt, kommt aber als zufälliger Gemengtheil sehr ausgezeichnet in dem verwandten Hypersthenfels vor. Eben so haben die noch neueren Laven oft aufserordentliche Aehnlichkeit mit dem Augitporphyr, sowohl die vom Vesuv, welche nur grünen Augit enthalten, als auch die vom Aetna, welche Augit und Labrador enthalten. Ob zwischen diesen Gebirgsarten ein wirklicher mineralogischer Unterschied stattfindet, und

wenn er stattfindet, worin er besteht, das mufs noch fortgesetzten Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Noch mufs ich bemerken, dafs ich bei der obigen Bestimmung der Gebirgsarten nicht auf den Oligoklas und den Periklin Rücksicht genommen habe, die doch wahrscheinlich ebenfalls als Gemengtheil mancher derselben vorkommen. Sie gehören zu den kieselsäurereicheren feldspathartigen Mineralien, die nur mit der Hornblende, nicht aber mit dem Augite vorkommen. Sie finden sich daher nur in den Dioriten und Dioritporphyren, wo sie vielleicht auf eine ähnliche Weise als zufällige Gemengtheile hinzugetreten, wie der Albit zu dem Granite. Indefs könnte es doch seyn, dafs ihre Gemenge eigenthümliche Gebirgsarten bilden, welches indefs bis jetzt, bei der noch schwierigen Bestimmung dieser Mineralien, nicht mit Sicherheit ausgemacht ist.

II. *Beschreibung eines Barometers; von C. Brunner in Bern.*

Zur Messung des atmosphärischen Druckes können zwei verschiedene Wege eingeschlagen werden. Es kann nämlich derselbe durch die Höhe einer Flüssigkeitssäule bestimmt werden, welche die Atmosphäre in einer oben verschlossenen, mit dem unteren Ende in die Flüssigkeit eingetauchten luftleeren Röhre zu tragen vermag, oder durch das Volumen, welches eine in ein Gefäfs eingeschlossene Gasmenge einnimmt, wenn entweder dieses Gefäfs vollkommen elastisch oder die Abschliefsung des in demselben eingeschlossenen Gases durch eine ohne merklichen Widerstand verschiebbaren Substanz bewerkstelligt wird.

Auf dem ersteren Grundsatze beruht die Einrichtung

[redacted]

des gewöhnlichen Barometers, auf dem letzteren mehrere in älterer und neuerer Zeit angegebene Instrumente, unter denen folgende zu erinnern sind:

1) ein von Varignon [1]) im Jahr 1705 erfundener Apparat,
2) das von Adie [2]) construirte *Sympiezometer*,
3) das Prechtl'sche *Baroskop* [3]),
4) da August'sche *Differential-Barometer* [4]).

Durch verschiedene Umstände wurde ich auf die Ausführung eines Instrumentes geleitet, welches seiner Einrichtung nach ebenfalls zu dieser letzteren Klasse von Apparaten gehört, und, wenn ich nicht irre, in mehreren Fällen dienlich seyn wird, daher ich seine Beschreibung in Kurzem mittheilen will.

Es ist bekannt, dafs das Volumen eines auf gewöhnliche Art durch eine Flüssigkeit abgesperrten Gases von zwei Dingen abhängig ist, nämlich von der Temperatur und dem Drucke der mittelbar durch die Absperrungsflüssigkeit auf die eingeschlossene Luft wirkenden Atmosphäre. Beseitigt man die erstere dieser beiden einwirkenden Ursachen, so wird es leicht seyn, durch die genaue Beobachtung des eingeschlossenen Luftvolumens nach dem bekannten Mariotte'schen Gesetze auf den atmosphärischen Druck zu schliefsen. Bringt man nämlich in ein wie Fig. 1 Taf. I gestaltetes Gefäfs ein genau gemessenes Volumen von Luft, und sperrt solche von der äufseren Atmosphäre durch eine Flüssigkeit, z. B. durch Quecksilber, ab, so wird bei verändertem Luftdrucke das ursprünglich eingeschlossene Luftvolumen mit dem äufseren Luftdrucke in umgekehrtem Verhältnifs zu- oder abnehmen. Damit diese Veränderung gemessen werden

1) *Mémoires de l'Académie* 1705, *p.* 300.

2) Schweigg. Journ. Bd. XXXII S. 275, Bd. XXXV S. 71.

3) Jahrbuch des polytechn. Inst. Bd. V S. 284.

4) Diese Annalen, Bd. III S. 329.

könne, ist nur erforderlich, dafs die engere gläserne Röhre des Instrumentes, so weit dieselbe in die Sperrflüssigkeit eintaucht, in genau abgemessene Raumtheile eingetheilt worden, deren Verhältnifs zu dem Rauminhalte des weiteren Theiles bekannt sey. Aus einleuchtenden Gründen ist es aber zur Ausführung eines auf diesen Grundsatz zu construirenden Instrumentes nöthig:

1) Dafs bei der Messung die Oberfläche der in der Röhre eingeschlossenen und der dieselbe umgebenden Sperrflüssigkeit in einer Ebene liegen.
2) Dafs die Flüssigkeit eine solche sey, welche bei den gewöhnlich vorkommenden Temperaturen keine merkliche Tension habe.
3) Dafs sie nicht merklich an dem Glase adhärire, damit nicht ein Antheil an der Röhre hängen bleibe und das eingeschlossene Luftvolum zu klein angegeben werde.
4) Dafs entweder die Beobachtungen alle bei einerlei Temperatur geschehen, oder dafs der Einflufs der Temperatur auf das eingeschlossene Lichtvolumen in Rechnung genommen werde.

Die Beschreibung der Verfertigung eines solchen Instrumentes wird dessen Beschaffenheit und Anwendung am besten erläutern.

Man nimmt eine Glasröhre *ab* (Fig. 2 Taf. I) von beiläufig 4 bis 6 Linien innerem Durchmesser und 8 Zoll Länge, verbindet mit dieser durch Anschmelzen eine engere Röhre von ungefähr 1½ bis 2 Linien innerem Durchmesser und beliebiger Länge, z. B. 1½ bis 2 Fufs, *bc*. Da es unmöglich ist eine solche vollkommene kalibrirte zu erhalten, so geschieht ihre Eintheilung auf folgende Art.

Man klebt einen Papierstreifen der ganzen Länge der Röhre nach auf dieselbe und theilt solchen nach dem Trocknen in gleiche Theile, z. B. Linien, ein. Alsdann wird von der unteren Oeffnung der Röhre an ein Eisendraht, dessen oberes Ende ½ Zoll lang, mit gekleistertem Pa-

[redacted]

Papier umwickelt, und nach gehörigem Trocknen desselben durch Feilen so bearbeitet worden, dafs der umwickelte Theil einen Embolus bildet, welcher die Röhren genau ausfüllt, bis nach *b* hinaufgeschoben. Alsdann giefst man ein wenig Quecksilber in die Röhre *ab* und zieht den Draht ungefähr 1 Zoll weit nach unten, so dafs eine Quecksilbersäule von dieser Länge dem Embolus in die enge Röhre, welche ich die *Mefsröhre* nennen will, nachfolgt. Das im Gefäfs *ab* gebliebene Quecksilber wird nun ausgegofsen, und der Punkt, an welchem der obere Rand des Embolus an der Skale steht, aufgezeichnet. Dieser Punkt bildet nachher den Anfang der Theilung der Mefsröhre. Nun zieht man den Draht wieder nach unten, und zwar so weit, dafs der obere Rand der Quecksilbersäule genau an den Punkt gelangt, wo vorher derjenige des Embolus sich befand, und schreibt wieder den Stand dieser letzteren an der Skale auf. Um durch die convexe Oberfläche der Quecksilbersäule nicht getäuscht zu werden, ist es gut ein cylindrisches Stäbchen von Holz oder Elfenbein, welches die Röhre beinahe ausfüllt und 2 bis 3 Linien lang ist, auf dem Quecksilber schwimmen zu lassen, und den unteren Rand dieses Schwimmers für die Oberfläche zu beobachten. So fährt man fort, bis man die ganze Länge der Röhre in Raumtheile eingetheilt hat, deren jeder dem Volumen der Quecksilbersäule gleich ist. Jeden einzelnen dieser Theile nimmt man als cylindrisch an und theilt ihn mit dem Zirkel in 8 gleiche Theile. Zuletzt trägt man die so erhaltene Skale auf einen neuen parallel daneben aufgeklebten Papierstreifen auf und kratzt den ersten weg. Die Quecksilbersäule, welche zu dieser Abmessung gedient hat, wird hierauf herausgenommen und genau gewogen. Aus ihrer Gröfse bestimmt man den Rauminhalt jedes Gradtheiles der Skale.

Da beim Gebrauche des Instrumentes das in dasselbe eingeschlossene Luftvolumen wegen der Capillar-

Depression unmöglich gemessen werden konnte, so wird der Einfluſs derselben auf folgende Art beseitigt. Man nimmt ein cylindrisches Stäbchen von Elfenbein von einem solchen Durchmesser, daſs es sich in der Meſsröhre eben ohne merkliche Reibung auf und ab schieben läſst, und von etwa 3 Linien Länge. Dieses bringt man, nachdem die Röhren in das Quecksilber eingesenkt worden, hinein, so daſs es auf dem Quecksilber schwimmt. Ueber die Röhre schiebt sich ein kleiner hohler Cylinder von schwarzem Horn, der wie ein Ring dieselbe ziemlich genau umfaſst, und beim Einsenken der Röhre auf dem äuſseren Quecksilber eben so schwimmt, wie das Stäbchen auf dem inneren. Dieser äuſsere Schwimmer ist oben schief abgedreht, so daſs seine innere, die Meſsröhre berührende Seite etwa um 1 Linie höher steht als die äuſsere. Diese beiden Schwimmer mit einem Theile der Meſsröhre und der Versenkungsröhre sind in Fig. 3 Taf. I in natürlicher Gröſse im Durchschnitte dargestellt. *a* ist der innere, *b* der äuſsere Schwimmer. Man giebt beiden eine solche Länge, daſs beim Eintauchen der Röhre in Quecksilber ihre oberen Kanten genau in die nämliche Ebene zu stehen kommen. Hat man diesen Punkt erreicht, so werden beim nachherigen Gebrauch des Instrumentes, wenn die Schwimmer eben so stehen, die beiden Quecksilberniveau als gleich anzunehmen seyn, und das eingeschlossene Luftvolumen unmittelbar richtig gemessen werden können. Die durch die etwa vorhandenen Unregelmäſsigkeiten des Calibers der Meſsröhre auf die Capillar-Depression hervorgebrachten Veränderungen können ohne Nachtheil vernachlässigt werden.

In das obere Gefäſs *ab*, Fig. 2 Taf. I bringt man jetzt ein kleines Thermometer, dessen Skale entweder auf Glas gezeichnet oder in eine Glasröhre eingeschmolzen ist, und befestigt dasselbe auf irgend eine Art, z. B. mittelst eines angebrachten etwas elastischen Bügels von Eisen, dergestalt, daſs es bei kleinen Erschütterungen des

[redacted]

Apparates immer seine Stelle beibehält. Dasselbe mufs so gewählt werden, dafs es in seiner Länge, von etwa 4 Zoll, die Grade von —10 bis +35 Celsius enthält. Alsdann wird die Röhre *ab* so nahe als möglich über dem Thermometer zugeschmolzen, welches viel leichter geschieht, wenn dieselbe, wie oben angegeben wurde, anfangs um einige Zolle zu lang genommen wurde.

Um nun das überhalb der Theilung eingeschlossene Luftvolumen zu bestimmen kehrt man das Instrument um, und giefst, nach Einführen eines dünnen Eisendrahtes, an dessen Ende eine kleine Feder befestigt ist, so viel Quecksilber hinein, dafs dasselbe bis zu Anfang der Theilung, oder, da man dieses nicht leicht treffen kann, um einige Gradtheile überhalb derselben reicht, und sucht durch Auf- und Niederstofsen des Drahtes mittelst der in demselben befestigten Feder die an der Wand der Röhre und an dem Thermometer anklebenden Luftblasen in die Höhe zu fördern, welches zuweilen etwas Mühe kostet, mit einiger Vorsicht jedoch immer gelingen wird. Nach Herausziehen des Drahtes beobachtet man nun genau den Stand des Quecksilbers an der Theilung [1]). Hierauf giefst man das Quecksilber vorsichtig aus dem Instrumente in eine Schale, welches durch Hineinstecken des Trichters sehr erleichtert wird, und bestimmt seine Menge durch Messen oder Abwägen. Von der auf diese Art erhaltenen Menge desselben zieht man das aus dem früheren bekannte Volumen desjenigen Antheiles, der sich

1) Den letzten Antheil von Luft entfernt man am besten dadurch, dafs man die Röhre mit dem Recipienten der Luftpumpe in Verbindung bringt und nun evacuirt. Auf diese Art wird die Luft so weit entfernt, dafs der etwa noch bleibende Antheil im Messen des Raumes keinen merklichen Fehler veranlafst. Es ist anzurathen das Evacuiren so oft zu wiederholen, bis das Quecksilber nach Wiederhineinlassen der Luft keine Veränderung seines Standes an der Skale zu erkennen giebt. Ich erhielt bei öftern Messungen des nämlichen Instrumentes fast vollkommene Uebereinstimmung.

in dem eingetheilten Theile der Meſsröhre befand, ab, und erhält hiedurch das Volumen der überhalb der Skale eingeschlossenen Luft.

Dieses Abmessen des inneren Raumes ist der einzige in der Ausführung einigermaſsen schwierige Theil in der Construction des Apparates. Man hat dabei vorzüglich auf etwa eintretende Temperaturveränderungen des Quecksilbers wohl zu achten. Am besten ist es alle Messungen so vorzunehmen, daſs das Instrument, so wie auch nachher das Gefäſs, worin sich das zu messende Quecksilber befindet, in einem etwas groſsen, ebenfalls mit Quecksilber (oder auch nur mit Wasser) gefüllten Gefäſse, dessen Temperatur sich nicht merklich ändert, eingetaucht wird.

Nach vollbrachter Messung berechnet man nun das Verhältniſs jedes Gradtheiles der Skale zu dem überhalb derselben eingeschlossenen Raume *ab*.

Um die in dem Instrumente enthaltene Luft vollkommen auszutrocknen, befestigt man dasselbe in aufrechter Stellung mittelst eines durchbohrten Korkes in den Hals einer mit Schwefelsäure gefüllten Flasche, und setzt den so vorgerichteten Apparat während einiger Tage abwechselnd höheren und niedrigen Temperaturen aus. Die hierauf verwandte Zeit kann zugleich dazu benutzt werden, die Skale erst mit einem Ueberzuge von Hausenblase, dann mit einigen Lagen von Firniſs zu versehen.

Um nun endlich das Instrument zum Gebrauche zu reguliren, wird der das Thermometer enthaltende Theil auf 40° bis 50° C. erwärmt, und hierauf, nach Einbringen des cylindrischen Schwimmers in die Meſsröhre und Anstecken des ringförmigen über dieselbe, in die mit trocknem Quecksilber hinreichend gefüllte Versenkungsröhre eingetaucht. Bei der Abkühlung zieht sich die eingeschlossene Luft so weit zusammen, daſs der Schwimmer auf irgend einen Punkt der Meſsröhre hinaufrückt,

[redacted]

den man dadurch findet, dafs man dieselbe so weit heraufzieht, bis die beiden Schwimmeer, wie in Fig. 3 Taf. I stehen [1]). Das auf diese Art bestimmte Volumen der eingeschlossenen Luft wird nach Beobachtung ihrer Temperatnr mittelst des eingeschlossenen Thermometers und nach genauer Bestimmung des herrschenden Luftdruckes mittelst des Barometers auf das Volumen, welche sie bei 0° C. und 760 Millimeter einnehmen würde, berechnet, welches Volumen der *Normalstand* des Instrumentes heifsen mag, und bei den damit anzustellenden Beobachtungen =100 gesetzt wird. Den Bruchtheil dieses Werthes, welchen jeder Gradtheil des Instrumentes bezeichnet, findet man leicht durch Rechnung.

Der Gebrauch des Instrumentes ist nun leicht verständlich. Die Beobachtung besteht darin, dafs man durch Hinaufschieben der Mefsröhre den Punkt an derselben aufsucht, wo die beiden Schwimmer in einer Ebene stehen. Aus der an demselben befindlichen Zahl der Skale ergiebt sich nun das Volumen der eingeschlossenen Luft, und aus diesem, nachdem es mit Hülfe der Angabe des eingeschlossenen Thermometers auf 0° reducirt worden, durch Vergleichung mit dem Normalvolumen leicht die

1) Sollte die Skale des Thermometers eine solche Erwärmung nicht gestatten, so kann man auf folgende Art verfahren. Man befestigt das untere Ende der Mefsröhre mittelst eines durchbohrten Korkes in einer kleinen Flasche, worin etwa 1 Zoll hoch Quecksilber befindlich ist *ab* (Fig. 4 Taf. I), so dafs sie bis beinahe auf den Boden der Flasche reicht. Diese trägt zugleich eine winkelförmige Röhre *cd*, welche durch ein Kautschuckröhrchen mit der Luftpumpe verbunden wird. Man bewirkt nun eine solche Verdünnung, dafs dieselbe in dem Recipienten der Luftpumpe einem Drucke, der ungefähr 1½ Zoll Barometerstand geringer als der äufsere sey, entspreche. Es wird dadurch eine gewisse Menge Luft aus dem Instrumente herausgenommen, so dafs, wenn die Atmosphäre wieder in den Recipienten einströmt, das Quecksilber in der Mefsröhre um etwas hinaufsteigt. Man sucht einen solchen Stand zu erhalten, welcher dem beabsichtigten Gebrauche des Instrumentes angemessen ist.

Gröfse des Luftdruckes. Es sey nämlich das Normalvolumen $=V$, das beobachtete und auf 0° reducirte $=V'$, so erhält man den zu bestimmenden Luftdruck oder x und folgende Rechnung:

$$V : V' = x : 1 \text{ und } x = \frac{V}{V'}.$$

Es sey z. B. das Normalvolumen $V=100$, jeder Gradtheil $=0{,}114632$ das durch die Beobachtung gegebene bei 15° C. $=100+76\times 0{,}114632$, so ist $V'=102{,}92$, und der Luftdruck, jenen im Normalzustande $=1$ gesetzt, $=\frac{100}{102{,}92}=0{,}97162$.

Will man die Angabe des Instrumentes in den Stand des Barometers verwandeln, so hat man;

$$V' : V = 760 : x.$$

Bequem wäre es, wenn man das Instrument mit einer Skale versehen könnte, deren Gradtheile ein einfaches Verhältnifs zu dem Normalvolumen der eingeschlossenen Luft hätten, z. B. 0,001 betrügen; allein die Schwierigkeit, die zu einem solchen Verhältnisse erforderliche Luftmenge zum Einschliefsen zu erhalten, ist zu grofs, als dafs ein solches Verfahren ausführbar wäre.

Es ist klar, dafs man es in seinem Belieben hat, dem Instrumente jeden gewünschten Grad von Empfindlichkeit zu ertheilen, indem man den Rauminhalt des Gefäfses *ab* verhältnifsmäfsig gegen den Durchmesser der Mefsröhre vergröfsert. Zu gewöhnlichem Gebrauche dürfte bei einem stationären Instrumente ein solches Verhältnifs das schicklichste seyn, bei welchem 1 Zoll Veränderung im Barometerstand an der Mefsröhre einen Unterschied von 3 bis 4 Zoll betrüge, welches für dieselbe, mit Zugabe für den Temperaturwechsel, eine Länge von ungefähr 20 bis 22 Zoll giebt.

Man kann einem solchen Instrumente einen feststehenden hölzernen Fufs geben, oder es, nach Art eines Reisebarometer in einen hölzernen Stab, der sich

[redacted]

der Länge nach theilt, einschliefsen. Sehr zweckmäfsig ist es, demselben die in Fig. 3 Taf. I abgebildete Einrichtung zum Festschrauben der Mefsröhre auf die Versenkungsröhre zu geben. Es trägt nämlich die letztere an ihrer 3 Zoll langen Erweiterung, in welcher die Messung geschieht, einen mit einer Schraube versehenen eisernen Zapfen *cd*, der in der Mündung der Röhre eingekittet ist. Derselbe ist durchbohrt und die Durchbohrung mit Tuch ausgefüttert, so dafs die Mefsröhre, welche dicht unter dem Gefäfs *ab* (Fig. 2 Taf. I) den andern Theil der Schraube trägt, nach Oeffnen derselben beim Auf- und Niederschieben, wegen der Reibung des Tuches, auf jedem Punkte stehen bleibt.

Es wird dieses Instrument, welches man *Volum-Barometer* nennen könnte, wenn ich nicht irre, in mehreren Fällen vorzüglich anwendbar seyn. Es wird sehr bequem seyn, um in chemischen Laboratorien bei Gasmessungen die nöthigen Reductionen vorzunehmen. Hat man nämlich ein Gas auf gewöhnliche Art gemessen, und kann man annehmen, die Temperatur desselben sey die nämliche, als diejenige der im Volum-Barometer eingeschlossenen Luft, wie dieses meistens der Fall seyn wird, so hat man, wenn N das unmittelbar gemessene Gasvolumen bezeichnet, für dessen Werth x bei 0° und 760 Millimeter:

$$V' : V = N : x,$$

wobei V' unmittelbar an dem Instrumente abgelesen und nicht auf 0° reducirt wurde.

Auch als Hypsometer wird es vielleicht anwendbar seyn. Der wichtige Umstand, der hiebei hinderlich ist, ist der, dafs es nicht umgewendet werden darf. Die Schwierigkeit liegt nicht darin, ein Sperrungsmittel zu finden. Dieses wäre sehr leicht. Man dürfte nur unten in der Versenkungsröhre einen kleinen Polster von Kautschuck befestigen, und die Oeffnung der Mefsröhre vermittelst der Schraube, Fig. 3 Taf. I auf diesen festdrücken.

Allein beim Umwenden des Instrumentes ist es unvermeidlich, dafs sich Luft und Quecksilber unter einander mengen, und beim Wiederaufrichten desselben würde es nicht möglich seyn, die an den Röhren adhärirenden Luftblasen wieder in den Raum *ab* (Fig. 2 Taf. I) aufsteigen zu machen.

Sollte endlich das beschriebene Instrument in der Praxis keine Vorzüge vor dem gewöhnlichen Barometer haben, so wird es immerhin bei den Demonstrationen des atmosphärischen Druckes einige Dienste leisten können. Uebrigens bin ich geneigt zu glauben, dafs, wenn man die möglichen Fehler in den Angaben des gewöhnlichen Barometers mit denen des Volum-Barometers vergleicht, diese Vergleichung nicht unbedingt zum Nachtheile des letzteren ausfallen werde. Ich verweise in dieser Hinsicht auf Baumgartner's Naturlehre, Supplementband (1831), S. 237. Bei genauer Berücksichtigung aller Einzelnheiten wird sich ergeben, dafs die gröfste Quelle von Irrthum, die es darbietet, in der genauen Berücksichtigung der Temperatur der eingeschlossenen Luft liegt. Es wird daher erforderlich seyn, ein möglichst empfindliches Thermometer anzuwenden, und vorzüglich ein solches, dessen Gefäfs dünn von Glase sey, damit es so schnell und so genau als möglich die Temperatur der eingeschlossenen Luft annehme, so wie dieses bei mehreren physikalischen Instrumenten, wie z. B. bei Daniell's Hygrometer erforderlich ist. Dieser Umstand möchte sowohl bei diesem als bei allen auf das nämliche Princip gegründeten Apparaten die eigentliche Gränze von Genauigkeit darbieten.

ı gute Heber-Barometer in neuerer Zeit ein so we-
liches Bedürfnifs geworden sind, so habe ich bereits
mehreren Jahren auf diesen Gegenstand die gröfste
gfalt verwendet. Einige Bemerkungen über die Vor-
tsmafsregeln, worauf ich bei Verfertigung der Baro-
er stets Rücksicht nehme, mögen zeigen, dafs ich
ıe Mühe spare, um dem Physiker und Geometer ein
rument zu liefern, welches alles leistet, was man hin-
tlich der Genauigkeit und Solidität nur immer erwar-
darf.

Ich habe mich überzeugt, dafs Glasröhren unter $2\frac{1}{2}$
en Durchmesser, mögen sie auch noch so cylindrisch
ı, von einem nachtheiligen Einflusse der Capillarität
t frei sind, weil das Quecksilber in dem oberen luft-
n und unteren offenen Schenkel eine ungleiche Ad-
on besitzt. Insgemein nehme ich daher nur Glasröh-
von wenigstens $2\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser. Um versi-
t zu seyn, dafs sie an denjenigen Stellen, an wel-
ı gemessen wird, gleiche Durchmesser besitzen, ge-
ıche ich die Vorsicht, den unteren Schenkel aus ei-

chen erhitzt, und nachdem es hinreichend abgekühlt ist, durch ein Kartenblatt in die Röhre filtrirt. Uebrigens pflege ich das Quecksilber in mehreren Abtheilungen einzufüllen und diese nach einander auszukochen, weil ich gefunden habe, dafs bei dem gewöhnlichen Verfahren, während man unten erhitzt, Lufttheilchen mit dem kalten Quecksilber von oben herabgerissen werden, und das vollständige Auskochen überaus erschweren.

Zum sicheren Verschlufs der Röhre ist am kürzeren Schenkel $\frac{3}{4}$ Zoll über der Krümmung eine Verengung angebracht, in welche während des Transportirens ein Fischbeinstengel mit daran verbundenem Stöpsel von Seide eingepafst werden kann. Hinter diesem Verschlufs ist in einer kleinen Entfernung ein zweiter, welcher dazu dient, das durch ersteren etwa durchgegangene Quecksilber aufzuhalten. Dieses Quecksilber würde aber durch Herausziehen des Fischbeines verloren gehen, wenn sich nicht am äufseren Ende des kürzeren Schenkels eine Zwinge *p* (Fig. 7 Taf. I) befände, welche durch das Vorstehen über der Oeffnung desselben das hinaufgezogene Quecksilber nöthigt, sich wieder mit dem übrigen zu vereinigen.

Die Skalen werden mit äufserster Genauigkeit auf unserer Theilmaschine getheilt. Ich lasse gewöhnlich das französische Fufs- und Metermaafs neben einander auftragen. Mit Hülfe des Nonius werden die Unterabtheilungen bis $\frac{1}{10}$ Linie und $\frac{1}{10}$ Millimeter angegeben. Beobachtungsfehler, welche durch die Parallaxe entstehen, können vermieden werden, indem man mit dem Nonius einen Rahmen in Verbindung bringt, der sich an der Barometerröhre auf und nieder schieben läfst, und an welchem zwei sehr feine Fäden in horizontaler Lage und parallel laufend aufgespannt sind.

Weit sicherer aber erreicht man diesen Zweck durch die Mikroskope *dd*, die man mit den Nonien *cc* verbindet, und in deren Innerem sich eine Blendung befindet,

über welche ein Faden in horizontaler Richtung gezogen ist.

Da das Beobachten der Quecksilberkuppen selbst durch die Mikroskope, wegen der vielfachen Lichtreflexe sehr erschwert wird, so habe ich, diesen schädlichen Einfluſs zu beseitigen, viele Versuche angestellt, und es ist mir endlich, durch Anwendung eines matt geschliffenen Glases *e*, Fig. 7 Taf. I, gelungen. Dieses wird nämlich hinter der Röhre auf eine solche Weise befestigt, daſs es allen Bewegungen des Mikroskops folgen muſs. Von der Quecksilberkuppe muſs das Glas so weit entfernt gestellt seyn, daſs der grüne Schein desselben nur jene färbt. Hierdurch wird das scharfe Abschneiden der nun matt grünen Quecksilberkuppe gegen den leeren Raum bewirkt, und sie werden dem Mikroskope sehr deutlich sichtbar.

Die Anwendung des Mikroskops in Verbindung mit dem grünen Glase gestattet eine solche Schärfe der Beobachtung, daſs man dadurch in den Stand gesetzt wird, die feinsten Veränderungen wahrzunehmen, und den Einfluſs der Temperatur aus dem Stand des Barometers unmittelbar abzuleiten [1]).

Zur Feststellung der Nonien und der damit in Verbindung stehenden Mikroskope habe ich eine Mikrometerschraube construirt, welche durch ihre Einfachheit Vorzüge vor vielen anderen hat. Da die Anschaffung derselben auch wenig Kosten verursacht, so wird dadurch die unvollkommene Getriebvorrichtung entbehrlich, welche statt der früheren sehr kostspieligen Mikrometerschrauben oft angewendet wurde.

Die Einrichtung der Mikrometervorrichtung ist folgende:

Die Schraube *f* (Fig. 8 Taf. I) ist durch die Halter *gg* auf den zwei Erhöhungen *hh* angebracht. Von diesen zwei Erhöhungen ist eine auf dem Nonius *c* befestigt

1) S. die Abhandl. des Hrn. Dr. Buff in dies. Ann. Bd. XXXI S. 266.

und die andere auf dem oberen Theil *i* in einer Klemme. Diese läſst sich durch die Verbindung der Mikrometerschraube *f* mit dem Nonius *c* hinauf und herunter schieben. Durch das Anziehen des unteren Theils *k* der Klemme, vermittelst des Schraubenknopfs *l*, wird die ganze Mikrometervorrichtung auf der Skale *A* festgestellt, wonach alsdann das feine Einstellen stattfindet. Da der Schraubenknopf *l* möglichst dicht hinter die Mikrometerschraube gesetzt ist, um einer allzu groſsen Länge der Vorrichtung vorzubeugen (welches auch eine Verlängerung der Skale und Nute nach sich ziehen würde), so ist man sowohl deſshalb, als auch um ein bequemeres Anfassen des Mikrometerschraubenknopfs möglich zu machen, genöthigt, der erwähnten Schraube *l* eine ungewöhnliche Länge zu geben. Dieſs hat aber bei der übrigen Einrichtung des Barometers nicht den geringsten Nachtheil. An dem Etui wird dadurch nicht die Form geändert, indem die Mikroskope vollkommen den Raum erfordern, welchen die Schrauben einnehmen.

Diese Mikrometervorrichtung hat folgende Vorzüge vor einem Getriebe:

1) Eine der feinen Angabe der Nonien entsprechende Einstellung. Diese ist mit einem Getriebe nicht zu erreichen, sondern solches führt, wenn es auch mit allem Fleiſs gearbeitet ist, einen todten oder ungleichen Gang mit sich.
2) Ist man durch das Lösen des Schraubenknopfs *l* in Besitz einer groben Stellung.
3) Ist der Getriebknopf gänzlich aus der Nähe der Nonientheilung entfernt.

Ein sehr wesentlicher Vorzug meiner Mikrometervorrichtung scheint mir darin zu liegen, daſs die anderwärts bei Heber-Barometern angewendeten Mikrometerschrauben die Länge der eingetheilten Skale besitzen müssen, und der Nonius nur durch Schrauben von einem Orte zum andern hin bewegt werden kann, indem die

grobe Stellung fehlt [1]). Diefs immerwährende Schrauben, welches auf einem Platze der Mikrometerschraube wohl mehr statt finden kann als auf dem andern, verursacht, dafs dieselbe mit der Zeit ungleich wird; mithin stellenweis einen todten Gang zur Folge hat, unberücksichtigt, dafs eine Schraube von 9 Zoll nur mit grofsen Schwierigkeiten von genauer gleicher Dicke gefertigt werden kann, und dadurch sehr kostspielig wird.

Um das Barometer ohne Gefahr auf Reisen benutzen zu können, wird es in einem Etui aufbewahrt, dessen Beschaffenheit aus der Zeichnung Fig. 7 Taf. I deutlich genug hervorgeht.

Zwei Thermometer sind beigegeben, von welchen das eine *m* auf der Skale *A* liegt, und das andere *b* in Quecksilber taucht.

Noch bemerke ich, dafs am oberen Ende des Etuis eine Vorrichtung *B* angebracht ist, an welcher das Barometer, so lange der Etuideckel geöffnet ist, genau senkrecht hängt. Dieselbe besitzt eine Axe, wodurch das Barometer, während des Hängens nach jeder beliebigen Richtung hin gewendet werden kann. — Ein Pendel in einem Glascylinder ist an dem Etui auf Verlangen leicht anzubringen.

1) Diese, so wie einige andere Einrichtungen an dem eben beschriebenen Instrumente besitzen indefs auch die aus der Werkstätte von Pistor und Schieck hervorgegangenen Barometer schon seit mehren Jahren, was ich glaube, ohne dem Verdienste des Hrn. Breithaupt zu nahe treten zu wollen, hier nicht unerwähnt lassen zu dürfen. (Siehe Annal. Bd. XXVI S. 451.) *P.*

IV. *Beschreibung eines Apparats zum Silbe probiren auf nassem Wege;*
von E. Jordan, Churhessischem Münzverwalte

Ungefähr ein Jahr vor dem Erscheinen von Gay-Lu sac's vollständigem Unterricht, Silber auf nassem We zu probiren, kam mir dessen erste, im Jahr 1830 be ausgegebene vorläufige Bekanntmachung über diesen G genstand zu Gesicht [1]). Ich wurde dadurch veranlaſst, mi mit diesem Verfahren zu beschäftigen, und, noch unb kannt mit den in obigem Werk von Gay-Lussac b schriebenen Apparaten, und von dem Grundsatz ausg hend, den Gehalt einer Silberlegirung allein aus de Maaſse der verbrauchten Salzauflösung zu bestimmen, en stand nach mehreren Abänderungen der vorliegende A parat, welchen ich hier der Beurtheilung des Publicum vorlege.

Wie die Zeichnung, Fig. 5 Taf. I (ungefähr $\frac{2}{3}$ de wahren Gröſse) ausweiſst, so besteht er aus zwei cylin drischen messingenen Röhren, einer weiteren *A* und e ner etwas engeren *B*, welche in der ersten vermittel eines angebrachten Getriebes, wie gewöhnlich das Oc lar der Fernröhre hat, verschoben und fein eingestel werden kann. *A* hat an seinem oberen Ende einen Au schnitt, durch welchen ein an *B* befestigter, in Millimet eingetheilter Maaſsstab sichtbar wird. Ein neben diese Ausschnitt befindlicher Nonius giebt $\frac{1}{10}$ Millimeter an die Hälfte davon, also $\frac{1}{20}$ Millimeter, kann noch g schätzt werden.

Mit dem oberen Ende von *B* ist eine zur Aufnahm des Salzwassers bestimmte, $\frac{2}{3}$ Zoll rhein. weite Glasröh *C*, fest verbunden, und wird daher mit dieser an *A* au und ab geschoben. Ihr unteres Ende ist an das Hahn stück *D* gekittet, durch welches man das Salzwasser ve

1) S. diese Annal. Bd. XX S. 141.

[redacted]

mittelst des in eine feine Spitze auslaufenden Hahnes, in einem feinen Strahl oder nach Erfordernifs in einzelnen Tropfen, ablassen kann. Die Hülse *E*, welche von *D* über die Röhre *A* geht, dient blofs dazu, die Glasröhre in ihrer senkrechten Richtung zu erhalten. In dieser Glasröhre hängt endlich noch ein Thermometer *F*, vermittelst seiner messingenen Fassung, welche sich auf den oberen Rand der Röhre *C* legt.

Zur genauen Beobachtung des Niveaus des Salzwassers dient ein neben dem Nonius an *A* angebrachtes einfaches Mikroskop *G*, in dessen Blendung ein Haar aufgezogen ist, gleich denen, die an den zum Höhenmessen bestimmten Barometern zur Beobachtung des Quecksilberstandes angebracht sind.

Um dem Apparat die erforderliche horizontale Stellung zu geben, dienen drei in dem hölzernen Fufs, auf welchem *A* senkrecht aufgeschraubt ist, angebrachte Stellschrauben, und eine kleine Nivelle.

Die Salzauflösung, deren ich mich bediene, bedarf keiner so genau bestimmten Stärke, wie Gay-Lussac beschreibt, sondern es gilt für ihre Zusammensetzung blofs die Regel, dafs sie so schwach sey, dafs ein Tropfen davon nicht mehr wie höchstens $\frac{1}{4}$ Grän (Probirgewicht) Silber niederschlägt, aber nicht schwächer, als dafs die zum Fällen von einer Probirmark erforderliche Menge noch innerhalb der Gränzen des Maafsstabes am Apparat falle.

Zum Gebrauch des Apparates ist nun zuerst die Bestimmung der Menge Salzwasser nöthig, welche erfordert wird, um eine Probirmark chemisch reinen Silbers vollständig zu fällen. Man füllt zu dem Ende die Röhre *C* und erwärmt sie mit einer unter das Hahnstück gestellten Lampe, bis der Thermometer die Normaltemperatur anzeigt. Diefs ist nämlich diejenige Temperatur, welche das Salzwasser in allen Versuchen haben mufs, und man thut wohl, hiezu die höchste zu nehmen, welche das Lo-

cal, in welchem man arbeitet und worin man die Salzauflösung aufbewahrt, im Sommer annimmt, indem es leichter ist die Temperatur des Salzwassers zu erhöhen als sie zu erniedrigen. Ich habe hierzu 18° R. gewählt, und den Punkt, welcher diese Wärme an der Thermometerröhre (die weiter keine Skale zu haben braucht) angiebt, mit einem durch Lackauflösung gefärbten Feilstrich bezeichnet.

Ist die Auflösung so weit erwärmt, so stellt man den obersten Theilstrich des Nonius auf den Nullpunkt des Maafsstabes, und läfst nun bei vorsichtiger Oeffnung des Hahns so viel Salzwasser ablaufen, bis dessen Niveau mit dem Haar des Mikroskops zusammenfällt. Man schraubt nunmehr die Röhre so weit in die Höhe, dafs man das Fläschchen, worin das Silber aufgelöst ist, unter die Spitze des Hahns stellen kann, und giebt dann so lange Salzwasser zu, bis der Niederschlag vollkommen beendigt ist. Ist die Fällung des Silbers so weit bewerkstelligt, dafs ein einzelner Tropfen Salzwasser in der geklärten Auflösung nur noch eine schwache Trübung hervorbringt, welche erst nach einigen Augenblicken sichtbar wird, so thut man am besten, etwas davon in ein reines Spitzglas zu filtriren, und den Tropfen Salzwasser in dieses fallen zu lassen; so lange sich noch Trübung zeigt wird das Filtrirte wieder zu der übrigen Auflösung geschüttet und von Neuem filtrirt. Nach jedem hinzugelassenen Tropfen schraubt man die Röhre so weit in die Höhe, dafs das Niveau des Salzwassers und das Haar des Mikroskops zusammenfallen. Auf diese Weise erhält man endlich den Punkt des Maafsstabes, welcher die zur vollständigen Fällung einer Probirmark Silbers erforderliche Menge Salzwasser angiebt, und dieser Punkt wird für alle mit diesem Gewicht angestellten Versuche der nämliche seyn. Ich habe z. B. bei der Regulirung meines Apparats für eine Salzauflösung, die aus 12 Loth Kochsalz in ungefähr 10 Maafs Wasser, oder, dem Gewicht

wicht nach, aus 1 Th. Salz auf ungefähr 94 Th. Wasser besteht, in drei Versuchen den Sättigungspunkt bei 219,5 bis 219,25 und 219,5 Millim. oder 2195 Zehntelmillimeter gefunden. Zu einer solchen Uebereinstimmung wird aber erfordert, dafs die abgewogenen Mengen Silber unter einander vollkommen gleich seyen, wovon man sich überzeugt, wenn man die genau nach der Probirmark abgewogenen Mengen auch unter einander auf der Wage vergleicht. Dafs das Silber, welches man nimmt, frei von allem anhängenden Schmutz, so wie dafs die Probirwage selbst sehr genau und empfindlich seyn mufs, versteht sich von selbst.

Ist auf diese Weise die Länge der Salzwassersäule gefunden, so mufs $\frac{1}{16}$, $\frac{2}{16}$ etc. derselben auch dem Gehalt von 1, 2 Loth etc. entsprechen, wenn die Glasröhre vollkommen cylindrisch wäre. Da diefs aber wohl nie der Fall ist, so mufs man diese Punkte auf andere Art suchen. Man kann diefs entweder durch das Gewicht oder durch das Maafs. Man läfst im ersten Fall die ganze gefundene Salzwassersäule in einzelnen Portionen in ein tarirtes Schälchen von Platin oder Silber laufen, wiegt die einzelnen Portionen mit Richtpfennigen oder Milligrammen genau aus, und summirt die einzelnen Gewichte. Der sechszehnte Theil der gefundenen Summe entspricht einem Loth etc. Man läfst daher aus dem bis zum Nullpunkt gefüllten Apparat dieses Gewicht vorsichtig in das Platinschälchen abtropfen, und bemerkt den Punkt der Skale, bei welchem es erreicht ist. So fährt man bis zum letzten Sechszehntheil fort, und das Zusammentreffen des Gewichts mit dem für die ganze Probirmark gefundenen Punkt ist die Controle für die Richtigkeit der Bestimmung der einzelnen Lothe.

Etwas kürzer, vielleicht aber nicht ganz so genau, ist die Eintheilung mittelst des Maafses. Man bedarf hierzu einer gläsernen, etwa 8" langen und $\frac{1}{4}$" weiten

Röhre (Fig. 6 Taf. I), welche an einem Ende ebenfalls in ein messingenes Hahnstück eingekittet ist. An der Seite derselben ist eine in halbe Millimeter oder Viertel-Linien eingetheilte Skale angebracht. Man füllt die Röhre mit Wasser, und läfst es durch den geöffneten Hahn so weit ablaufen, bis es den End- oder Nullpunkt der Skale erreicht hat, in welchem Augenblicke man den Hahn schliefst. Man füllt nunmehr die Röhre aus dem bis zum Nullpunkt gefüllten Apparat, bemerkt die Zahl der Theile, entleert die Röhre bis zu ihrem Nullpunkt, und fährt so fort, bis dafs der Apparat zu dem der Mark entsprechenden Punkt geleert ist. Der sechszehnte Theil von der gefundenen Summe der Theile entspricht einem Lothe, und wenn man nun wieder die Punkte des Maafsstabes bemerkt, bei welchen jedesmal diese Zahl in die kleine Röhre gefüllt ist, so hat man die Gränzen der einzelnen Lothe, wobei dann ebenfalls das Zusammentreffen der letzten oder sechszehnten Füllung der Röhre, Fig. 6 Taf. I, mit dem am Apparat für die ganze Mark gefundenen Punkt den Beweis für die Richtigkeit der einzelnen Bestimmungen giebt.

Die auf diese Art gefundenen Längen für die Lothe können nun für die Eintheilung in Grane, ohne merklichen Fehler, als cylindrisch angesehen, und diese letzteren durch Division des an der Skale beobachteten Abstandes der Lothe mit 18 bestimmt werden. Auf diese Weise erhält man eine Tabelle, welche den Gehalt in Lothen, Gränen und Bruchtheilen derselben angiebt, welche letztere um so kleiner werden, je schwächer die Salzauflösung und je gröfser daher der Abstand der einzelnen Gräne, in Dixmillimeter gemessen, ist. Bei der früher angegebenen Salzauflösung, deren ich mich gegenwärtig bediene, trifft z. B. der Punkt des Maafsstabes für 1löthigen Gehalt auf 226 Dixmillimeter, für 1 Loth 1 Grän auf 233,833 Dixmillimeter, mithin ist 1 Dixmillimeter $= \frac{1}{7,833}$ Grän. Für 15 Loth sind 2063 Dixmilli-

meter der entsprechende Punkt, für 15 Loth 1 Grän 2770,333, mithin ist 1 Dixmillimeter $=\frac{1}{7,333}$ Grän, durchschnittlich ist daher 1 Dixmillimeter $=\frac{1}{7,5}$ Grän. Ein Tropfen Salzauflösung giebt bei der angegebenen Weite meiner Glasröhre einen Unterschied von 1 Dixmillimeter, und wenn man daher annimmt, daſs der letzte Tropfen, welcher noch Wirkung hervorbrachte, nicht ganz, sondern nur zur Hälfte erforderlich war, so ist die Differenz gegen den wahren Gehalt nur $\frac{1}{15}$ Grän $=0,023$ Procent.

Der Unterschied zwischen dem von Gay-Lussac angegebenen Verfahren und dem meinigen liegt, wie aus dem zuvor Gesagten hervorgeht, darin, daſs bei dem letzteren der Gehalt einer Legirung auf directem Wege durch Vergleichung der zu ihrer vollständigen Fällung erforderlichen Menge von Salzauflösung mit der, welche zu einer ganzen Mark nöthig ist, angegeben wird, während bei Gay-Lussac dieser Gehalt sich aus der Menge des legirten Silbers berechnet, welche erforderlich ist, um eine für alle Fälle gleiche Menge von Salzwasser zu neutralisiren. Bei dieser Methode wird man selten eine Uebersättigung der Auflösung vermeiden können, und muſs daher jedesmal sowohl mit der von ihm angegebenen Zehntel Salz- wie Zehntel Silber-Auflösung operiren. Bei der gröſseren Weitläufigkeit dieses Verfahrens scheint mir aber die Begehung von Irthümern leichter möglich wie bei dem einfacheren, welches mein Apparat gewährt, von dessen leichtem und sicherem Gebrauch ich mich wenigstens durch vielfältige Versuche überzeugt habe. Bei Legirungen, deren Gehalt ziemlich genau bekannt ist, wie bei Tiegel- und Stockproben, Münzen etc., ist die Untersuchung auch in eben so kurzer, oft noch kürzerer Zeit beendigt, wie eine Capellenprobe. Etwas länger dauert sie wohl bei der Untersuchung von Legirungen, deren Gehalt nur etwa in Hinsicht ihrer Löthigkeit durch den Strich bekannt ist, indem die Behutsamkeit,

mit welcher man, nachdem man die der Löthigkeit entsprechende Menge Salzwasser in die Auflösung gelassen hat, die Untersuchung fortsetzen mufs, das öftere Schütteln und Klären lassen oder Filtriren, die Dauer der Zeit vergröfsert.

Sollte die Temperatur des Salzwassers während des Versuchs bedeutend abgenommen haben, so ist es nöthig, nach dessen Beendigung sie auf ihren Normalpunkt zu erhöhen, die Röhre alsdann so weit in die Höhe zu schrauben, bis das Niveau des Wassers mit dem Haar des Mikroskops zusammenfällt, und dann erst das Maafs an der Skale abzulesen.

Bei einiger Behutsmmkeit wird man selten in den Fall kommen, die zu untersuchende Silberauflösung zu übersättigen. Für diesen Fall ist es indessen nöthig ein Correctionsmittel zu besitzen, um nicht den Versuch noch einmal machen zu müssen. Ein solches Mittel bietet die Tropfröhre, Fig. 6 Taf. I, deren Hahnstück hierzu von Gold oder Platin seyn mufs. Man löst eine Probirmark reinen Silbers in einer tarirten Flasche auf, und verdünnt die Auflösung mit destillirtem Wasser, bis zu irgend einem durch 288 gerade auf theilbarem Gewicht. Man füllt nun die Röhre mit dieser Auflösung, bis dafs ihr Niveau mit dem ersten Theilstrich an dem oberen Ende der Skale zusammentrifft, und läfst dann in ein auf der Probirwage stehendes tarirtes Platinschälchen so lange davon tropfen, bis dafs dieses den 288sten Theil, mithin 1 Gran anzeigt. Ist die Auflösung hinlänglich verdünnt, so wird die Länge, auf welche die Röhre entleert ist, grofs genug, um mittelst der Theile der Skale, durch welche sie gemessen wird, kleine Bruchtheile eines Grans angeben zu können. Man tropft dann nach Erfordernifs von dieser Silberauflösung in die übersättigte Flüssigkeit, und zieht von dem Gehalt, welchen die Skale des Apparats angiebt, so viel ab, wie die Skale der Tropfröhre anzeigt.

[redacted]

Wollte man mehrere Versuche zu gleicher Zeit machen, so würde diefs ebenfalls mit Zuhülfenehmung der von Gay-Lussac zu diesem Zwecke angegebenen Hülfsmittel geschehen können. Man würde dann so viel Salzwasser, als zu sämmtlichen Versuchen nöthig ist, in einem Kolben, in welchen ein Thermometer gestellt ist, auf der Normaltemperatur zu erhalten suchen, und wenn man in die Flaschen, welche die verschiedenen zu untersuchenden Legirungen enthalten, die ihrer Löthigkeit entsprechende Menge Salzwasser hat fliefsen lassen, aus dem bis zum Nullpunkt gefüllten Apparat mit mehreren oder einzelnen Granen fortfahren, wobei die jeder Flasche mitgetheilte Menge notirt wird.

Cassel, im Junius 1834.

V. *Beobachtungen über die magnetische Abweichung in Peking und ihre täglichen Variationen, angestellt von Hrn. Kowanko, Mitglied der Kaiserl. Russischen Mission in Peking; mitgetheilt von A. T. Kupffer.*

Nachdem Hr. George Fufs, dessen interessante in Peking angestellte Beobachtungen ich bereits mitgetheilt habe [1]), diese Stadt verlassen, setze Hr. Kowanko, Bergofficier, der zehn Jahre lang in Peking zu bleiben bestimmt ist, seine Beobachtungen fort. Es wurden nicht nur dem Plane des Hrn. v. Humboldt gemäfs, an den bestimmten Tagen Beobachtungen über die stündlichen Variationen der Abweichung angestellt, sondern es wurde auch von Zeit zu Zeit die absolute Declination bestimmt. Ich habe schon irgend wo gesagt, dafs zu diesen Beobachtungen ein eigenes kleines magnetisches Observatorium erbaut ward, so dafs sie mit aller Sorgfalt angestellt

1). Annal. Bd. XXV S. 220.

Beobachtung über die stündlichen Variationen der Abweichung in Peking.

Stunden bürgerlicher Zeitrechnung.		Abweichung vom Mittel.					
		Den 9/21 Dec. 1831	Den 10/22 Dec. 1831	Den 11/23 Dec. 1831	D. 8/20 März 1832	D. 9/21 März 1832	D. 10/22 März 1832
Mittern.	0h		+0′ 37″			−0′ 76″	+0′ 33″
	1		+0 47			−1 16	+0 33
	2		+0 37	+0′ 17″		−2 16	−0 12
	3		+0 37			−2 11	−0 7
	4	−0′ 33″	+0 47	+0 42	−0′ 39″	+0 24	−0 7
	5	−0 18	+0 17		−1 51	−0 12	
	6	+0 7	+0 42		+1 39	+0 3	
	7	+0 7	+0 42		+1 4	+0 3	
	8	−1 33	+0 42		−1 21	−0 52	
	9	−2 33	+0 12		−2 41	−2 52	
	10	−2 33	−0 53		−2 41	−2 52	
	11	−2 18	−0 53		−1 1	−1 27	
	12	−2 48	+0 52		+0 9	+0 43	
	13	+1 27	+0 17		+2 9	+2 38	



14h	+1' 37"	+0' 47"		[illegible]	[illegible]
15	+1 37	+0 7		+3 6	[illegible]
16	+0 7	−0 38		+1 49	+0 43
17	+0 7	−0 58		+0 30	−0 12
18	+0 37	−0 58		+0 49	−0 12
19	+0 52	−0 68		+0 24	−0 12
20	+0 37	−0 68		+0 24	+0 12
21	+0 37	+0 12		+0 24	+0 18
22	+0 37	+0 7		+0 10	+0 18
23	+0 37			+0 10	+0 18

Das Mittel wurde für jeden Tag besonders berechnet. Es war:

Für den $\frac{9}{21}$ December um 4 Uhr Morgens bis zur selben Stunde des folgenden Tages	253° 34′ 53″
Für den $\frac{10}{22}$ December	253 35 23
Für den $\frac{8}{20}$ März	253 30 46
Für den $\frac{9}{21}$ März	253 30 42

\+ bedeutet westlich, — östlich.

Die Nadel erreichte also die östlichste Stellung:

Den 21. Dec. um 9 Uhr Morgens
Den 22. Dec. um 10 Uhr Morgens
Den 20. März um 9 Uhr Morgens
Den 21. März um 9 Uhr Morgens.

Und ihre westlichste Stellung:

Den 21. Dec. um 2 Uhr Nachmittags	Var. = 4′ 10″
Den 22. Dec. um 2 Uhr Nachmittags	Var. = 2 00
Den 20. März um 2 Uhr Nachmittags	Var. = 5 41
Den 21. März um 2 Uhr Nachmittags	Var. = 6 00

VI. *Magnetische Beobachtungen aus Nertschinsk; mitgetheilt von A. T. Kupffer.*

Sr. Erlaucht der Graf Cancrin, Finanzminister, hat schon vor einiger Zeit, auf meine Bitte, befohlen, ein kleines magnetisches Observatorium in Nertschinsk zu erbauen, es mit den nöthigen Instrumenten zu versehen, und dabei einen Bergofficier als Beobachter anzustellen. Hr. Anikin, Zögling der Petersburger Bergschule, nachdem er sich in dem magnetischen Observatorium der Academie in St. Petersburg unter meiner Leitung eine Zeit lang practisch beschäftigt hatte, wurde deshalb nach Nertschinsk geschickt, um regelmäfsig nach den Instrumenten, die ich ihn mit gegeben hatte, magnetische Beobachtun-

gen zu machen. Die erste Reihe dieser Beobachtungen ist mir bereits von Sr. Excellenz dem Director des Bergwesens, Hrn. v. Karnuf, der sich für jede wissenschaftliche Unternehmung lebhaft interessirt, mitgetheilt worden. Ich gebe sie hier vollständig, und bemerke nur noch, dafs die Instrumente, mit denen sie ausgeführt wurden, von Hrn. Gambey in Paris verfertigt worden sind, und durchaus allen Erwartungen, die man von einem so bekannten Künstler hegen kann, entsprechen. Die Construction der Gambey'schen Inclinations- und Declinationsnadeln ist zu bekannt, als dafs ich nöthig hätte über dieselbe hier Auskunft zu geben.

Neigung.

Nertschinsk den 5. August 1832 um 10 Uhr Morgens.

Die Nadel nahm in folgenden Azimuthen eine senkrechte Stellung an:

	57° 50′
	223 30
Mittel	140° 40′

Azimuth.		Neigung.		
140° 40′	oberes Ende	67° 00′	Mittel	67° 00′
	unteres Ende	67 00		
320 40	oberes Ende	66 6	Mittel	66 5
	unteres Ende	66 4		

Nachdem die Nadel auf die Unterlagen von Agat umgelegt worden:

Azimuth.		Neigung.		
320° 40′	oberes Ende	67° 10′	Mittel	67° 12′
	unteres Ende	67 14		
140 40′	oberes Ende	66 10	Mittel	66 10
	unteres Ende	66 10		

Nun wurden die Pole der Nadel umgekehrt:

Azimuth.	Neigung.			
140° 40′	oberes Ende	66° 10′	Mittel	66° 8′
	unteres Ende	66 6		
320 40	oberes Ende	67 10	Mittel	67 10
	unteres Ende	67 10		

Die Nadel wird auf den Unterlagen umgelegt:

Azimuth.	Neigung.			
320° 40′	oberes Ende	65° 40′	Mittel	65° 40′
	unteres Ende	65 40		
140 40	oberes Ende	67 2	Mittel	67 2
	unteres Ende	67 2		
			Mittel	66° 33′,4.

Abweichung.

Nertschinsk den 5. August 1832, von 2 bis 4 Uhr Nachmittags.

Das Fernrohr auf das Nordende der Nadel gerichtet		174° 31′ 30″
Das Fernrohr auf das Südende der Nadel gerichtet		173 44 50
Das Fernrohr wurde umgelegt:	Nordende	174 44 35
	Südende	173 40 45
Die Nadel wurde um ihre magnetische Axe gedreht:	Nordende	174 34 5
	Südende	173 20 15
Und nach Umlegung des Fernrohrs:	Nordende	174 31 5
	Südende	173 21 5
	Mittel	174° 3 30

Das Fernrohr wurde auf einen entfernten Gegenstand gerichtet	194° 39′ 25″
Nach Umlegung des Fernrohrs	194 38 25
Mittel	194° 38′ 55″

Also:

	174°	3′	30″
	194	38′	55
Differenz	20°	35′	25″.
Azimuth des entfernten Gegenstandes	24	49	40
Abweichung	4°	14′	15″ westlich.

Den 22. September 1832, von 2 bis 4 Uhr Nachmittags fand Hr. Anikin folgende acht Werthe:

	175°	2′	30″
	175	15	45
	175	8	00
	175	10	55
	175	9	20
	175	20	10
	175	10	30
	175	25	20
Mittel	175°	12′	48″,8.

Das Fernrohr, auf das entfernte Zeichen gerichtet, gab, vor und nach der Umlegung, folgende zwei Ablesungen:

	195°	50′	40″
	195	58	50
Mittel	195°	54′	45″
Hievon abgezogen	175	12	48,8
	20°	41′	56″,2
Azimuth d. entf. Geg.	24	49	40,0
Abweichung	4°	7′	43″,8 westlich.

Aenderungen der Abweichungen von Stunde zu Stunde beobachtet.

Diese Beobachtungen sind ebenfalls mit der großen Gambey'schen Declinationsbussole gemacht worden, in-

[redacted]

dem das Fernrohr beständig auf dasselbe Ende der Nadel gerichtet wurde.

1832.				
5. Aug.	16h	174°	26'	30"
	17	-	26	28
	18	-	26	25
	19	-	26	25
	20	-	26	35
	21	-	28	10
	22	-	32	10
	23	-	34	55
6. Aug.	0	-	34	55
	1	-	33	25
	2	-	33	55
	3	-	32	15
	4	-	32	15
	5	-	31	15
	6	-	31	00
	7	-	31	00
	8	-	31	00
	9	-	30	50
	10	-	34	25
	11	-	33	35
	12	-	30	00
	13	-	30	10
	14	-	30	10

1832.				
6. Aug.	15h	174°	29'	35"
	16	-	29	30
	17	-	28	25
	18	-	27	40
	19	-	26	30
	20	-	26	25
	21	-	30	00
	22	-	32	45
	23	-	33	55
7. Aug.	0	-	35	15
	1	-	35	45
	2	-	35	50
	3	-	35	50
	4	-	34	45
	5	-	33	30
	6	-	31	45
	7	-	31	40
	8	-	31	35
	9	-	31	40
	10	-	31	40
	11	-	31	20
	12	-	31	10

In den Petersburger correspondirenden Beobachtungen ist in der Nacht vom 6. bis 7. August keine unregelmäfsige Bewegung der Nadel beobachtet worden, wie diejenige, die um 10 Uhr Abends in Nertschinsk statt hatte.

Es ist mir unmöglich diese Mittheilung zu schliefsen, ohne dem Director der Nertschinskischen Bergwerke, Hrn. v. Tatarinow, der mit wohlwollender Zuvorkommenheit diese wissenschaftliche Untersuchung unterstützt hat, hiemit öffentlich meinen Dank zu sagen.

VII. *Ueber den Magnetismus der Erde;* *von Prof.* Ludwig Moser *zu Königsberg.*

In einer früheren Abhandlung über den veränderlichen Pol glaube ich nachgewiesen zu haben, dafs die magnetische Kraft der Erde an ihrer Oberfläche residire, und dafs wir es hier, gegen die bisherigen Ansichten, mit einer magnetischen Hülle statt mit einem magnetischen Kern zu thun haben. Die Analogie zwischen den thermischen Linien, und denen, durch welche man die drei Erscheinungen des Erdmagnetismus: die Declination, Inclination und Kraft, dargestellt hat, zeigte sich bei näherer Betrachtung als überwiegend; und wenn andere Physiker dieselbe nicht hervorgehoben haben, so ist zu vermuthen, dafs die isoclinischen Linien einmal daran Schuld waren, welche mit den Isothermen nicht parallel zu seyn brauchen, ja es nicht einmal seyn können; und dann die isodynamischen, deren Verhältnisse man erst in neuester Zeit durch Hansteen's sorgfältige und genaue Zeichnungen kennen gelernt hat. Mir war zur Zeit die Abhandlung dieses Gelehrten in Schumacher's astronomischen Nachrichten, Bd. 9, und die vortreffliche Karte, von welcher sie begleitet ist, nicht bekannt, sonst wäre die bedeutende Differenz zwischen den isodynamischen Linien und den Isothermen an der Westküste von Europa, die ich namhaft gemacht habe, von selbst fortgefallen.

Es ist nicht meine Absicht, den übereinstimmenden Gang der magnetischen und thermischen Curven hier noch einmal hervorzuheben, und, mittelst der besseren Kenntnifs, die wir von den Isodynamen erlangt haben, zu vervollständigen. Aus solchen Analogien läfst sich keine Theorie gewinnen, oder man bürdet ihnen mehr auf als sie billigerweise tragen können. Wenn die Variationen

der Nadel nicht darauf geführt hätten, dafs die Oberfläche der Erde nothwendig magnetisch seyn müsse, dafs ferner dieser Magnetismus so gut durch die Sonnenwärme geschwächt werde als der gewöhnliche des Stahls, so würde die genannte Analogie eine beachtenswerthe Thatsache allerdings gewesen seyn, aus der man aber nicht viel hätte folgern dürfen. Ja selbst auf die Weise, wie die Sache jetzt zu stehen kommt, ziehe ich aus dieser Analogie blofs die Folgerung, dafs nicht allein die Erdoberfläche magnetische Kraft besitzt, sondern dafs auch nur diese Oberfläche bis zu einer geringen Tiefe sie besitze — bis zu einer Tiefe, die gegen den Radius der Erde völlig verschwindet.

Denn wenn es ein unzweifelhaftes Resultat der Untersuchungen unserer Zeit ist, dafs die Temperatur mit der Tiefe zunehme, dafs also in einer gewissen Tiefe die Unterschiede der Wärme in den verschiedenen Meridianen gänzlich aufhören, und von der daselbst herrschenden höheren Temperatur gleichsam absorbirt werden, so könnte zwischen den thermischen und magnetischen Curven keine Uebereinstimmung stattfinden, aufser in dem Falle, wo der Kern der Erde, welcher gegen die Temperaturunterschiede einer und derselben Breite gleichgültig ist, auch keine magnetische Kraft mehr besitzt. Dieser Schlufs ist so einfach, dafs er weiter keiner Erörterung bedarf, und er beweist von einer anderen Seite den Satz: dafs die magnetische Kraft der Erde durch die Wärme einen Verlust erleide, und zwar, wie es hier den Anschein hat, einen sehr bedeutenden.

Die Natur folgt in ihren Erscheinungen immer einfachen Gesetzen, und wo diese nichts desto weniger verwickelt sind, da haben störende Ursachen die Gesetzmäfsigkeit, die zu Grunde liegt, verhüllt. Wir gewinnen sie durch das Experiment, oder, wo diefs nicht angeht, durch eine Annahme, deren Folgen mit den Thatsachen verglichen werden können. In dem letzteren Falle befin-

[redacted]

finden wir uns den Erscheinungen des Erdmagnetismus gegenüber; es giebt nichts Complicirteres als die Linien, durch welche man dieselben der Uebersicht näher zu bringen gesucht hat. Und doch sind diese Linien nicht einmal die getreue Sache; sie sind ein Bild, das schon viel mehr Regelmäfsigkeit in die Erscheinungen bringt, als eigentlich in ihnen liegt.

Ich lasse daher vorläufig diese Curven bei Seite, und versuche durch eine Annahme die zu Grunde liegenden Verhältnisse zu erlangen. Die einfachste wäre hier unstreitig, die magnetische Vertheilung auf der Erde proportional dem Sinus der Breite zu setzen; denn diese Annahme entspräche der Bedingung, dafs die beiden Hemisphären gleiche, aber, dem Zeichen nach, entgegengesetzte Magnetismen haben. Sie führt zu so einfachen und merkwürdigen Resultaten, dafs ich die, unter jener Voraussetzung angestellte Rechnung hier mittheilen werde.

Es bezeichne φ die Breite des Orts, für welchen die Inclination und Kraft gesucht wird, wie dieselben durch die Anziehung sämmtlicher magnetischer Elemente der Kugel hervorgebracht werden. Es befinde sich irgendwo in der Erde ein anziehendes Theilchen in der Entfernung ϱ vom Mittelpunkt derselben. Wenn dieses Theilchen an der Erdoberfläche in der Breite φ' läge, so würde, der Annahme zufolge, seine magnetische Intensität proportional $\sin\varphi'$ seyn; nun aber liegt es in der Tiefe $r-\varrho$ unter der Oberfläche (mit r den Radius der Erde bezeichnet), also wird seine Intensität ganz allgemein durch $f(r-\varrho)\sin\varphi'$ angegeben werden, wo $f(r-\varrho)$ eine beliebige Function darstellt, die für $\varrho=r$ der Eins oder einer Constante gleich wird.

Man verbinde die anziehenden und angezogenen Punkte durch einen gröfsten Kreis, und bezeichne das Stück desselben zwischen beiden mit η. Endlich werde das Azimuth des anziehenden Theilchens mit α bezeich-

net. $\sin\varphi'$ läfst sich durch η, α und φ ausdrücken; es ist nämlich:

$$\sin\varphi' = \sin\varphi\cos\eta + \cos\varphi\sin\eta\cos\alpha$$

und daher die Intensität des anziehenden Punktes:

$$f(r-\varrho)(\sin\varphi\cos\eta + \cos\varphi\sin\eta\cos\alpha).$$

Die geradlinige Entfernung beider Punkte ist

$$(r^2 - 2r\varrho\cos\eta + \varrho^2)^{\frac{1}{2}},$$

und somit die Gesammtanziehung aller magnetischen Theile der Kugel, nach der Verticalen zerlegt, oder:

$$N = \int\int\int \frac{(r-\varrho\cos\eta)\sin\eta\sin\varphi' f(r-\varrho)\varrho^2 d\varrho\, d\eta\, d\alpha}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{(I)}$$

wo $\sin\eta\varrho^2 d\varrho\, d\eta\, d\alpha$ die Gröfse des Elements der Kugel bedeutet. Ferner dieselbe Anziehung, nach der Horizontalen im Meridian der Orts zerlegt, oder:

$$H = \int\int\int \frac{\cos\alpha . \sin^2\eta\sin\varphi' f(r-\varrho)\varrho^3 d\varrho\, d\eta\, d\alpha}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \ldots \text{(II)}$$

und endlich die Anziehung nach der Horizontalen, aber senkrecht auf dem Meridian des Orts, oder:

$$S = \int\int\int \frac{\sin\alpha . \sin^2\eta\sin\varphi' f(r-\varrho)\varrho^3 d\varrho\, d\eta\, d\alpha}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \ldots \text{(III)}$$

Die Integrationen erstrecken sich: nach ϱ von 0 bis r
η von 0 bis π
α von 0 bis 2π.

Der Werth von S findet sich $=0$, wie diefs ohne Weiteres auch daraus folgt, dafs, der Annahme nach, die Vertheilung des Magnetismus blofs von der Breite abhängt.

Die Integration nach α läfst sich in N und H sogleich ausführen, und man erhält:

$$N = 2\pi\sin\varphi \int\int \frac{(r-\varrho\cos\eta)\sin\eta\cos\eta f(r-\varrho)\varrho^2 d\varrho\, d\eta}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$H = \pi\cos\varphi \int\int \frac{\sin^3\eta . f(r-\varrho)\varrho^3 d\varrho\, d\eta}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Setzt man in diesem Ausdruck:

[redacted]

$$r^2 - 2r\varrho\cos\eta + \varrho^2 = x^2$$
$$\sin\eta\, d\eta = \frac{x\,dx}{r\varrho}$$
$$\cos\eta = \frac{r^2 + \varrho^2 - x^2}{2r\varrho},$$

ergiebt sich:

$$\int^{\pi} \frac{(r - \varrho\cos\eta)\cos\eta\sin\eta\, d\eta}{(r^2 - 2r\varrho\cos\eta + \varrho^2)^{\frac{3}{2}}} = \varrho \int_0^{\pi} \frac{\sin^2\eta\, d\eta}{(r^2 - 2r\varrho\cos\eta + \varrho^2)^{\frac{3}{2}}}$$
$$= \frac{4\varrho}{3r^3}.$$

e Bedeutung dieser Integrale erhellt daraus, wenn man (I) φ und $\alpha = 90$, in (II) φ und $\alpha = 0$ setzt. So- t ist also:

$$N = \frac{8\pi\sin\varphi}{3r^3} \int \varrho^3 f(r - \varrho)\, d\varrho$$
$$H = \frac{4\pi\cos\varphi}{3r^3} \int \varrho^3 f(r - \varrho)\, d\varrho$$

er:

$$N = 2\pi A \cdot \sin\varphi$$
$$H = \pi A \cdot \cos\varphi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(a)}$$

ıs der Zusammensetzung dieser beiden Kräfte ergiebt :h die Inclination I in der Breite φ, für welche man e Gleichung hat:

$$\tan I = 2 \tan\varphi \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(b)}$$

d die Intensität eben daselbst, oder:

$$K = \frac{A\cos\varphi}{\cos I} = \frac{2A\sin\varphi}{\sin I} \ldots\ldots\ldots \text{(c)}$$

Diese einfachen Ausdrücke für die Neigung und Kraft einem Orte erinnerten mich an Barlow's bekannte ıtersuchungen einer Eisenkugel, die durch ihre Stellung Raume magnetisch geworden ist, und welche diese ırmeln bestätigt hatte. Barlow verdankt die Ablei- ıg derselben einer theoretischen Annahme zweier un- dlich nahen magnetischen Centra, oder der Annahme, ſs das Magnetisiren der Eisenkugel durch eine Zer- :zung der beiden magnetischen Fluida in jedem Atom

bewirkt werde, und zwar so, dafs die beiden Magnetismen im Atome bleiben, und nur um ein Weniges von einander entfernt werden. Der magnetische Zustand der Kugel stellt sich dann dar durch zwei Kugeloberflächen, deren Mittelpunkte in der Richtung der magnetischen Axe, d. h. der Inclination, liegen, und die um eine Gröfse von einander entfernt sind, welche gleich der Entfernung der beiden Magnetismen in einem Atome ist. Die eine dieser Kugelhüllen hat den nördlichen, die andere den südlichen Magnetismus, überall in gleicher Intensität — ein Zustand, dem man daher auch zwei unendlich nahe liegende, entgegengesetzte magnetische Centra substituiren kann. Auf diese Vorstellung waren andere Physiker auf empirischem Wege gekommen, indem sie Interpolationsformeln für die Intensität und Neigung auf der Erde suchten.

Für den Erdmagnetismus ist jedoch der letztere Weg viel entscheidender, als die Untersuchungen Barlow's an der Eisenkugel, denn nichts berechtigt, in einer solchen das Vorbild des Magnetismus der Erde zu sehen, a priori mindestens gewifs nichts. Wenn übrigens Barlow der Ansicht ist, dafs die Uebereinstimmung seiner Formeln mit den Beobachtungen die Richtigkeit der Hypothese über das Magnetisiren beweise, so widerlegen das die obigen Rechnungen hinlänglich. Sie zeigen, dafs wenn man an einer Eisenkugel die beiden magnetischen Kräfte in den zwei Hälften *gesondert* annimmt, mit einer Vertheilung, die von der Ebene, welche sie sondert, zunimmt proportional dem Sinus des Neigungswinkels, gerade dieselben Ausdrücke gefunden werden, welche die Eisenkugel verificirt hat, und zwar, welches auch die Vertheilung im Innern der Masse sey. Durch Uebereinstimmung von Zahlenwerthen, die mittelst einer Hypothese berechnet worden, mit den beobachteten, kann nur der numerische Theil der Hypothese bestätigt werden; allein nicht der physikalische Theil derselben. In dem

vorliegenden Fall z. B., ist die Annahme zweier Centra quantitativ gerechtfertigt; allein der andere Theil der Hypothese, dafs die beiden Magnetismen in jedem Atom schon vorhanden sind, und nur etwas entfernt werden, ist es nicht, da die einfache Betrachtung der Sache schon lehrt, dafs an einer Eisenkugel die Vertheilung proportional dem Sinus eine sehr natürliche und leicht begreifliche ist. Die Hypothese überhaupt, welcher Barlow folgt, kann gar nicht befriedigen, weil, wenn die beiden Magnetismen einmal verbunden sind, und wie man weiter annehmen mufs, in unbegränzter Menge verbunden sind, ein fremder Magnet kein Grund zu ihrer Trennung seyn kann. Die Hypothese also, die das Magnetisiren erklären soll, macht dasselbe vielmehr unmöglich. Freilich ignorirt man oft diese Schwierigkeit, und löst dafür eine andere, wie nämlich aus einem Aggregat solcher Atome die Phänomene der magnetischen Vertheilung entständen, die man an den Magnetnadeln wahrnimmt; allein das zweite Problem, das mathematische existirt gar nicht, bevor das erstere, das physikalische, nicht gelöst worden ist. Auf einem solchen Grunde darf man, wie es scheint, die Theorie des Erdmagnetismus nicht basiren. — Ich will noch hinzufügen, dafs Barlow versucht hat, die täglichen Variationen der Declination durch die Sonnenwärme zu erklären; allein er hat sich dabei so durchweg geirrt, dafs es schwer zu beweisen wäre, wie ein so ausgezeichneter Gelehrte solche Fehlschlüsse begehen kann, wenn er nicht die Experimente anführte, die er zu diesem Behuf anstellte, und aus denen eigentlich gar nichts zu schliefsen ist. Ich verweise defshalb auf den Artikel »Magnetismus« in der *Encyclopaedia metropolitana*, *p.* 826 und 827.

Die Formeln (b) und (c) geben für jede Breite die Inclination und Kraft, unter der Voraussetzung, dafs keine störenden Ursachen vorhanden sind. Man hat diese Ausdrücke benutzt, um die *wirkliche* Neigung und Kraft

auf der Erde darzustellen, indem man unter φ nicht die geographische, sondern die magnetische Breite verstand. Diese Ausdrücke gelten dann, in sofern der magnetische Aequator kein gröſster Kreis ist, nur für einzelne Meridiane, und geben, wenn auch nur beschränkte, doch schätzenswerthe Annäherungen.

Bei der Intensität kommt es im Allgemeinen auf absolute Werthe nicht an; es interessiren nur die relativen Gröſsen von K in verschiedenen Breiten, wobei die Constante A durch die Division verschwindet. Will man dieselbe jedoch kennen — und daher ist es wünschenswerth, um die Intensität von der Magnetnadel unabhängig zu machen — so kann man auf folgende Weise verfahren:

Aus der Oscillationsdauer einer Nadel findet man, nach den bekannten Regeln, das Product der Erdkraft k in die Summe der magnetischen Momente der Nadel $\int \mu x dx$ oder h. Wenn auſser diesem Product kh auch noch der Quotient beider Gröſsen $\frac{h}{k}$ bekannt wäre, dann würde es auch die Erdkraft k seyn. Zu dem Ende lenke man irgend eine andere Magnetnadel, deren Kraft man hier gar nicht zu kennen braucht, mittelst dieser ersten Nadel ab, indem man sie in den magnetischen Aequator und so legt, daſs ihre Verlängerung auf den Mittelpunkt der abzulenkenden Nadel trifft.

Wenn ein Magnet auf eine Nadel wirkt, und wenn dieser Magnet mit dem Meridian den Winkel i, mit der Nadel den Winkel z bildet, so ist $\frac{\sin(z-i)}{\sin z}$ einem Ausdruck gleich, den ich, diese Annalen, Bd. XX S. 431, angegeben habe. Man kann denselben nach negativen Potenzen der Entfernung beider Mittelpunkte entwickeln, und erhält $\frac{\sin(z-i)}{\sin z} = \frac{h}{k} \cdot \frac{1}{r^3} + \frac{h'}{r^5} + \ldots$, wo die höheren Potenzen von r zu vernachlässigen sind.

Liegt der Magnet, welcher ablenkt, im Aequator, sieht man ferner z vom Meridian aus, so muſs 90 für i und $z - 90$ für z geschrieben werden, und so ist demnach:

$$tang\, z = \frac{h}{k} \cdot \frac{1}{r^3} + \frac{h'}{r^5},$$

und für eine andere Entfernung r':

$$tang\, z' = \frac{h}{k} \cdot \frac{1}{r'^3} + \frac{h'}{r'^5},$$

aus beiden endlich:

$$\frac{h}{k} = \frac{r^5\, tang\, z - r'^5\, tang\, z'}{rr - r'r'},$$

welches dieselbe Gleichung ist, deren sich Hr. Hofrath Gauſs zur Berechnung des absoluten Werths der Erdkraft bedient.

Der erste Nutzen, der von den Formeln (b) und (c) zu ziehen ist, bestände darin, sie mit dem factischen Zustand des Erdmagnetismus an irgend einem Orte zu vergleichen, und daraus, mit Hinzuziehung der stattfindenden Declination, den veränderlichen Pol für denselben zu berechnen. Der veränderliche Pol stellt dann den Schwerpunkt aller klimatischen störenden Ursachen in Bezug auf diesen Ort dar. Ich habe dieſs auch mit einigen Orten versucht; allein die Resultate fielen nicht befriedigend aus. Sie gaben alle die Lage desselben viel südlicher als erwartet werden konnte.

Mir fiel inzwischen bei, daſs die südliche Hemisphäre eine niedrigere Temperatur habe als die nördliche, und daſs diese Temperaturdifferenz wohl von Einfluſs auf die magnetischen Erscheinungen in beiden seyn könnte. Die magnetischen Verhältnisse am Aequator konnten den Probirstein für die aufgestellten Ansichten abgeben; sie konnten sowohl die Abhängigkeit der magnetischen Vertheilung von der Temperatur zeigen, als auch einen Beweis für den Satz liefern, daſs die Wärme den Erdmagnetismus schwäche. Ja es war abzusehen, daſs durch sie

der wichtige Theil der Aufgabe gelöst werden dürfte, der sich mit der Ermittlung des numerischen Werths der Wärmeverminderung beschäftigt.

Wenn beide Halbkugeln eine gleiche Temperatur hätten, so würde die Inclinationsnadel am Aequator horizontal stehen; ist aber die nördliche wärmer, und wirkt die Wärme schwächend, dann mufs das Südende dieser Nadel daselbst incliniren; sie ist in diesem Falle ein ungleich belasteter Hebelarm. Ueber die Neigung in der Nähe des Aequators besitzen wir zwei sehr sorgfältige Karten von Hansteen und Duperrey. Um durch sie den mittleren Werth dieser Gröfse für den Aequator zu erfahren, verfuhr ich auf die Weise, dafs ich in kleinen Intervallen die Neigung mittelst der Formel $tg\,I = 2\,tg\,\varphi$ oder $I = 2\varphi$ bestimmte, und für dieses Intervall den Mittelwerth aus den Extremen nahm. Dieses Verfahren, das bei wiederholter Anwendung nur wenig abweichende Resultate ergab, lieferte die mittlere Inclination am terrestrischen Aequator

nach Duperrey $= 1^{\circ}\ 6'$
nach Hansteen $= 1\ \ 26$

und zwar, wie zu erwarten stand, südlicher Inclination. Das Mittel dieser beiden Werthe, oder $1^{\circ}\ 16'$, liegt bei den später mitzutheilenden Rechnungen zu Grunde. Ich habe dasselbe Verfahren auch auf die magnetische Karte angewandt, die in der *Encyclopaedia metropolitana* dem Artikel Magnetismus von Barlow beigefügt ist. Allein diese Karte scheint den genannten an Sorgfalt nicht gleich zu kommen, so dafs die südliche Neigung von 2° 15, welche dieselbe finden liefs, nicht weiter berücksichtigt worden ist.

Um von dem gefundenen Resultat die Anwendung auf den magnetischen Zustand der beiden Halbkugeln zu machen, mufs man zu den früheren Gleichungen (I bis III) zurückgehen. Ich setze in derselben, der Bequemlichkeit wegen, $\varrho = r$; denn, wie es sich später zeigen

wird, ist $r-\varrho$ eine so kleine Gröſse im Vergleich zu r, daſs, wenn man sich die Ausdrücke (I bis III) nach Potenzen von $r-\varrho$ entwickelt denkt, das erste Glied der Entwicklung, in welchem dann $\varrho=r$ gesetzt wird, vollkommen ausreicht. Man erhält demnach:

$$N=\iint\frac{\sin\eta(\sin\varphi\cos\eta+\cos\varphi\sin\eta\cos\alpha)\,d\alpha\,d\eta}{2^{\frac{3}{2}}(1-\cos\eta)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{(IV)}$$

$$H=\iint\frac{\cos\alpha\sin^2\eta(\sin\varphi\cos\eta+\cos\varphi\sin\eta\cos\alpha)\,d\alpha\,d\eta}{2^{\frac{3}{2}}(1-\cos\eta)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{(V)}$$

$$S=\iint\frac{\sin\alpha\sin^2\eta(\sin\varphi\cos\eta+\cos\varphi\sin\eta\cos\alpha)\,d\alpha\,d\eta}{2^{\frac{3}{2}}(1-\cos\eta)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{(VI)}$$

Man kann die Integrationen nach beliebigen Gränzen, z. B. nach α: von α' bis α

η: von η' bis η

ausführen, d. h. also, die Anziehung eines beliebigen Stücks der Kugel bestimmen. Nach einigen Reductionen findet sich dann:

$$N=(\alpha-\alpha')\sin\varphi\,\mathrm{P}+\cos\frac{\alpha+\alpha'}{2}\,.\,\sin\frac{\alpha-\alpha'}{2}\,.\,\cos\varphi\,\mathrm{Q}$$

$$H=\cos\frac{\alpha+\alpha'}{2}\,.\,\sin\frac{\alpha-\alpha'}{2}\,.\,\sin\varphi\,\mathrm{P^I}$$
$$+[\alpha-\alpha'+\cos(\alpha+\alpha')\sin(\alpha-\alpha')]\cos\varphi\,\mathrm{Q^I}\ \ldots\text{(A)}$$

$$S=\sin\frac{\alpha+\alpha'}{2}\,.\,\sin\frac{\alpha-\alpha'}{2}\sin\varphi\,\mathrm{P^I}$$
$$+\sin(\alpha+\alpha')\sin(\alpha-\alpha')\cos\varphi\,\mathrm{Q^I},$$

wo:

$$\mathrm{P}=\cos\frac{\eta+\eta'}{4}\sin\frac{\eta-\eta'}{4}+\tfrac{1}{3}\cos^3\frac{\eta+\eta'}{4}\sin^3\frac{\eta-\eta'}{4}$$

$$\mathrm{Q}=2\sin\frac{\eta+\eta'}{4}\sin\frac{\eta-\eta'}{4}+\tfrac{2}{3}\sin^3\frac{\eta+\eta'}{4}\sin^3\frac{\eta-\eta'}{4}$$

$$\mathrm{P^I}=\log tg\frac{\eta}{4}-\log tg\frac{\eta'}{4}-6\sin\frac{\eta+\eta'}{4}\sin\frac{\eta-\eta'}{4}$$
$$-\tfrac{2}{3}\sin^3\frac{\eta+\eta'}{4}\sin^3\frac{\eta-\eta'}{4}$$

$$\mathrm{Q^I}=\tfrac{1}{2}\cos\frac{\eta+\eta'}{4}\,.\,\sin\frac{\eta-\eta'}{4}+\tfrac{1}{6}\cos^3\frac{\eta+\eta'}{4}\sin^3\frac{\eta-\eta'}{4}.$$

Ueber diese Ausdrücke jedoch sind einige Bemerkungen zu machen, welche die Gränzwerthe betreffen. Wenn man $\eta'=0$ setzt, so würden sie aufhören richtig zu seyn. In der That es sey $\eta'=0$ $\eta=\pi$

$$\alpha'=0 \quad \alpha=2\pi,$$

d. h. man suche aus ihnen die Anziehung für die ganze Kugel, so findet sich $N=\frac{2\pi}{3} sin\,\varphi -$, welches falsch ist, da oben für dieselbe Anziehung $\frac{8\pi}{3} sin\,\varphi$ gefunden worden ist. In dem Werthe von H würde sogar $log\,tg\,\frac{\eta'}{4} = -\frac{1}{0}$ werden.

Dafs der obige Werth von N einen falschen Werth giebt, sobald $\eta'=0$ wird, ist sehr merkwürdig. Wenn man also von vorn herein die Annahme gemacht hätte, dafs nur die Oberfläche magnetische Kraft besitzt, so würde man nach richtigen Principien die Formel (IV) aufgestellt, und daraus, nach eben so richtigen Operationen, ein Resultat erhalten haben, welches die Anziehung der ganzen Kugel *vier Mal* kleiner angiebt als dieselbe Rechnung, wo aber erst ein Endresultat der Bedingung einer blofsen] magnetischen Oberfläche hineingebracht wird. Der Unterschied zwischen diesen beiden, dem Anschein nach, gleichen Verfahren, ist derjenige einer *geometrischen* und *physikalischen* Oberfläche. Setzt man a priori $\varrho=r$, so ignorirt man die Tiefe gänzlich; es ist die geometrische Oberfläche, der man allein magnetische Kraft beimifst: während die Formeln (I bis III) eine wirkliche magnetische Schicht annehmen, die man nur im Endresultat unendlich klein seyn lassen kann, indem man $\varrho=r$ setzt.

Es kam nun darauf an, nachzuweisen, auf welche Weise der Unterschied in der Berechnung selbst liegt. Es ergiebt sich aus der Formel (IV), dafs von den bei-

[redacted]

den Theilen, aus welchen dort das Integral nach η besteht, der erstere, nämlich $\int \frac{\sin\eta \cos\eta\, d\eta}{(1-\cos\eta)^{\frac{1}{2}}}$ den falschen Werth veranlafst, wenn nach der Integration $\eta=0$ gesetzt wird. Um seinen wahren Werth in diesem Falle zu finden, mufs man auf (I) zurückgehen, d. h. ϱ und r noch vorläufig als vorhanden ansehen, und

$$\frac{(r-\varrho\cos\eta)\sin\eta\cos\eta\,\varrho^2\,d\eta}{(r^2-2r\varrho\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{3}{2}}}$$

zu integriren suchen. Diefs geschieht, wenn man den Nenner $=x^3$ setzt, und dann kommt man bei der Berechnung auf ein Glied $\frac{r^4-\varrho^4}{4r^3(r^2-2\varrho r\cos\eta+\varrho^2)^{\frac{1}{2}}}$, welches alle Räthsel löst. Würde man hier zuerst $\varrho=r$ angenommen haben, so würde dieses Glied ganz weggefallen seyn, während dasselbe, wenn man zuerst $\eta=0$ setzt, $\frac{r^4-\varrho^4}{4r^3(r-\varrho)}$ wird, und nunmehr für $\varrho=r$ keineswegs verschwindet, sondern $=1$ wird.

Man mufs zu P also für den Fall, dafs $\eta'=0$ seyn soll, noch 1 addiren, und dann erhält man für die ganze Kugel: $N=\frac{8\pi}{3}\sin\varphi$, wie es richtig ist.

Anders ist es mit P^I, und dem Resultat $\frac{1}{0}$, auf welches dasselbe führt, wenn $\eta'=0$. Dieses Resultat liegt in der Natur der Sache; denn man erhält unter dieser Voraussetzung, die Anziehung der unendlich wenig entfernten Theile nach der Horizontalen — eine Anziehung, die begreiflich von der Form $\frac{1}{0}$ seyn mufs, da sie im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung steht. Bestimmt man aber die Anziehung aller Theilchen im *ganzen* Umkreise des angezogenen Punkts, dann heben sie sich gegenseitig auf, und der Coëfficient P^I verschwin-

det aus H, weil jetzt $\sin\frac{\alpha-\alpha'}{2}=0$ wird. In diesem Falle ist also keine Schwierigkeit vorhanden.

Der Werth von N nimmt unter keiner Bedingung die Form $\frac{1}{0}$ an, weil, selbst wenn man die Attraction der unendlich nahen Theile betrachtet, diese Attraction, nach der Verticalen, immer $=0$ ist.

Aus (A) bestimmt sich die Anziehung einer Halbkugel auf einen Punkt des Aequators, nach der Verticalen zerlegt, oder $N=\frac{4}{3}$. und nach der Horizontalen, oder $H=\frac{2\pi}{3}$.

Es sey die magnetische Vertheilung in der südlichen Halbkugel $c.\sin\varphi$, während dieselbe in der nördlichen $=\sin\varphi$ ist. Dann wird für die südliche Halbkugel:

$$N=\frac{4c}{3},\ H=\frac{2\pi c}{3}.$$

Setzt man nunmehr die beiden Halbkugeln zusammen, so wird die Anziehung nach der Verticalen $\frac{4}{3}(c-1)$, und nach der Horizontalen $\frac{2\pi}{3}(c+1)$, da die letztere in beiden Halbkugeln nach einer und derselben Seite wirkt. Ist also I_0 die Inclination am Aequator, so findet sich:

$$\tang I_0=\frac{2(c-1)}{\pi(c+1)},$$

oder wenn I_0 bekannt ist:

$$c=\frac{2+\pi\tang I_0}{2-\pi\tang I_0}$$

Setzt man hierin den oben für I_0 ermittelten Werth von $1^{\circ}\ 16'$, so bestimmt sich c auf 1,072.

Dieser Factor ist sehr bedeutend! So hoch man auch die Temperaturdifferenz beider Halbkugeln annehmen wollte: er steht in gar keinem Verhältniſs zu dem

[redacted]

Verlust, den die Wärme auf gewöhnliche Magnetnadeln hervorbringt. Ein solches Resultat war übrigens, nach dem Vergleich der magnetischen Curven mit den Isothermen, schon vorauszusehen, und in einer früheren Abhandlung, »über den veränderlichen Pol,« wo mir die Gröſse dieses Verlustes nicht bekannt war, habe ich die Temperaturänderungen, die eintreten muſsten, um die Säcularänderungen der Magnetnadel zu erklären, bei Weitem überschätzt.

Die Annahme, die bisher zu Grunde lag, daſs nämlich die Vertheilung in beiden Halbkugeln dieselbe sey, ist also nicht legitim, und die zu sehr südliche Lage des veränderlichen Pols, auf die ich bei der Berechnung desselben gestoſsen bin, hat in dieser, der Natur der Sache nicht entsprechenden Annahme, ihren Grund. Um sie zu verbessern, sey die magnetische Intensität in der Breite $\varphi = \sin\varphi - b\sin^2\varphi$, wo b ein constanter Factor ist, der, durch den Vergleich der Rechnung mit der Beobachtung, zu bestimmen seyn wird. φ ist positiv auf der nördlichen Halbkugel und negativ auf der südlichen, und der Ausdruck $\sin\varphi - b\sin^2\varphi$ entspricht also der Bedingung, daſs die südliche Hemisphäre einen stärkeren Grad magnetischer Kraft besitze.

Zu der Anziehung, die bereits oben für den Fall angegeben worden, wo die Vertheilung dem einfachen Sinus proportional ist, kommt jetzt ein Theil, abhängend von dem Quadrat des Sinus der Breite. In den Formeln (IV) und (V) muſs man demnach statt: $\sin\varphi\cos\eta + \cos\varphi\sin\eta\cos\alpha$, das Quadrat dieser Gröſse schreiben, die erhaltenen Ausdrücke mit b multipliciren und von den Werthen (a) und (b) abziehen.

Was zuerst den Werth von N betrifft, so braucht man von $\sin^2\varphi'$ nur die beiden Glieder: $\sin^2\varphi\cos^2\eta$ und $\cos^2\varphi\sin^2\eta\cos^2\alpha$ zu berücksichtigen; denn das dritte Glied enthält den Factor $\cos\alpha$, und verschwindet also

bei der Integration nach α von 0 bis 2π. Man hat daher folgenden Werth zu bestimmen:

$$\frac{2\pi b \sin^2\varphi}{2^{\frac{1}{2}}}\int_0^{\pi}\frac{\sin\lambda \cos^2\eta\, d\eta}{(1-\cos\eta)^{\frac{1}{2}}}+\frac{\pi b \cos^2\varphi}{2^{\frac{1}{2}}}\int_0^{\pi}\frac{\sin^3\eta\, d\eta}{(1-\cos\eta)^{\frac{1}{2}}}$$

wo die Integrale sogleich zu finden sind, wenn man $1-\cos\eta=x^2$ setzt, und die Gränzen 0 und $\sqrt{2}$ seyn läfst. Diese Summe wird dann $\frac{2\pi b}{15}(4+3\sin^2\varphi)$.

Was den Werth von H betrifft, so wird von $\sin^2\varphi'$ nur das Glied $2\sin\varphi\cos\varphi\sin\eta\cos\eta\cos\alpha$ berücksichtigt zu werden brauchen, da wegen des Factors $\cos\alpha$, den H aufserdem enthält, die übrigen Glieder, bei der Integration nach α von 0 bis 2π, verschwinden. Es bleibt hier also nur ein Glied übrig, das sich durch dieselbe Substitution, als bei den eben mitgetheilten, bestimmen läfst, und $\frac{8\pi b \sin\varphi\cos\varphi}{5}$ wird. Zieht man diese Werthe von den früher erhaltenen ab, so findet sich für die Anziehung der ganzen Kugel:

$$N=\frac{2\pi}{15}(20\sin\varphi-4.b-3.b\sin^2\varphi)$$

$$H=\frac{2\pi}{25}(10\cos\varphi-6.b\sin 2\varphi)$$

und daher:

$$\tan I=\frac{20\sin\varphi-4.b-3.b\sin^2\varphi}{10\cos\varphi-6.b\sin 2\varphi}\quad\ldots\ldots\text{(d)}$$

$$K=\frac{H}{\cos I}=\frac{N}{\sin I}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(e)}$$

Um nun b zu bestimmen, setze ich $\varphi=0$ und erhalte $\tan I_0$, d. h. die Tangente der Neigung am Aequator, $=-\frac{2}{5}.b$, und, wenn $I_0=-1^{\circ}\,16'$ gesetzt wird, $b=0{,}05528$.

Man ist nun in den Stand gesetzt, für verschiedene Breiten sowohl I als K zu berechnen, wie diefs in der folgenden Tabelle geschehen ist.

Breite	nach der Form.(b)	Intensität nach (d)	beobachtet.	
0° 0'	0°	— 1° 16'	— 1° 16'	Hansteen u. Duperr.
0 38	1 16'	0 0	0 0	
10	19 26	+18 27	+16 20	Barlow
20	36 3	35 42	33 32	- -
30	49 6	49 19	47 26	- -
40	59 13	59 44	57 23	- -
50	67 14	67 52	68 27	- -
60	73 54	74 29	76 30	- -
70	79 41	80 8		
80	84 58	85 12		

Breite	nach d. Formel (e)	nach (e).	Intensität nach Hansteen.
0° 0'	1,000	1,002	0,974
2 5	1,002	1,000	
10	1,044	1,028	1,063
20	1,162	1,133	1,150
30	1,323	1,287	1,296
40	1,497	1,458	1,460
50	1,661	1,622	1,549
60	1,803	1,765	
70	1,910	1,874	
80	1,977	1,942	

Die beobachteten Inclinationen sind die mittleren Werthe nach den angegebenen Karten; die Intensitäten sind sämmtlich aus der Hansteen'schen Karte (Schumacher's astron. Nachr. Bd. IX) bestimmt. Das Minimum der Intensität fällt nach der Formel (e) in 2° 5' nördl. Br.; die in diesem Breitengrade stattfindende Intensität ist zur Einheit genommen, und die übrigen Intensitäten daher durch dieselben dividirt worden.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung der beobachteten und berechneten Werthe, wie gut sich die Hypothese über die magnetische Vertheilung auf der Erde, mit den Thatsachen vereinigt. Ich füge hinzu, dafs der

Werth von b nur aus *einer* Beobachtung, der Inclination am Aequator, bestimmt worden, und dafs sich vielleicht aus der Zusammenstellung mehrerer Beobachtungen ein noch besserer Werth finden lassen würde. Mir scheint aber diefs Verfahren für jetzt nicht räthsam, da, von den Inclinationen und Intensitäten in verschiedenen Breiten, die Inclination am Aequator wohl eine der sichersten ist, und von der Unsicherheit der übrigen nicht verdeckt werden mufs.

Wenn die magnetische Vertheilung, proportional dem Sinus der Breite, verbunden mit einem Gliede, welches die Ungleichheit beider Hemisphären nothwendig macht, den Erscheinungen genügt, so heifst das nicht, man könne durch sie die magnetischen Verhältnisse eines Ortes finden. Das ist weder die Absicht, noch würde das erreicht werden, wenn man von der Declination ganz abstrahirt. Die Hypothese soll vielmehr blofs das Mittel an die Hand geben, den Einflufs der wirklich stattfindenden Störungen auf eine wahrscheinliche und naturgemäfse Weise berechnen zu können, wie das später gezeigt werden wird. Diese Störungen haben in Temperaturverhältnissen ihren Grund, man mufs sie also in solche übersetzen, und die magnetische Vertheilung mit derjenigen der Wärme vergleichen. Zu dem Ende dient folgende Ueberlegung.

Wenn g irgend eine magnetische Intensität bezeichnet, und man erhöht die Temperatur um t^0, so wird diese Intensität in dem Verhältnifs $\left(1-\frac{1}{a}t\right)$ vermindert; sie wird $g\left(1-\frac{1}{a}t\right)$, wo $\frac{1}{a}$ einen constanten Factor bedeutet. Nun ist in der Breite φ die Intensität: $\sin\varphi - b\sin^2\varphi$, und auf der südlichen Halbkugel: $\sin\varphi + b\sin^2\varphi$, oder was dasselbe ist:

$$1-\frac{a}{a}(1-\sin\varphi+b\sin^2\varphi)$$

und

und $1 - \frac{a}{a}(1 - \sin\varphi - b \sin^2\varphi)$. Man könnte also sagen, auf die Intensität in der Breite φ wirke die Temperatur $a(1 - \sin\varphi + b \sin^2\varphi)$ in der nördlichen Hemisphäre, und $a(1 - \sin\varphi - b \sin^2\varphi)$ in der südlichen. Nimmt man diesen Ausdruck für die Vertheilung der Wärme auf der Erde, so bliebe nur a zu bestimmen übrig, und ich nehme zu dem Ende die Temperatur 16° R. in 28° Breite, d. h. an der Gränze der Passate, und finde daraus $a = 29{,}48$. Hiermit ist die Formel bestimmt, da b bereits bekannt ist.

Man hat verschiedenartige Ausdrücke gegeben, welche die Temperatur der Erdoberfläche darstellen sollen. **Tobias Mayer**, indem er von theoretischen Gründen ausging, deren Gewicht hier gleichgültig bleiben mufs, setzt sie proportional dem Quadrat des Cosinus der Breite, **Atkinson** auf blofs empirischem Wege der $\frac{8}{5}$ten Potenz desselben Cosinus, **Daubisson** der $\frac{9}{4}$ten Potenz, und endlich setzt sie **Brewster** dem einfachen Cosinus der Breite proportional, und giebt auch noch andere Formeln an, wo die Abstände von den Kältepolen, statt der Breite, eingeführt werden. Diese Ausdrücke sollen den wirklich beobachteten Werth der Temperatur finden lassen; in sofern schon könnten sie ignorirt werden, wo dieser Zweck nicht vorliegt. Aufserdem hat auch jede von ihnen nur einen beschränkten Werth, und gilt nicht viel aufserhalb der Gränzen, in welchen die, zur Bestimmung der Constanten gewählten, Beobachtungen liegen.

Ich will also versuchen, in welchem Verhältnifs die so eben entwickelte Formel zu den Erscheinungen steht. Um zuerst daraus die mittlere Wärme der nördlichen Halbkugel zu bestimmen, multiplicire ich sie mit $\cos\varphi\, d\varphi$, und integrire von 0 bis $\frac{\pi}{2}$. Die gesuchte Gröfse wird nun: $a(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}b) = 15°{,}28$.

Es ist beinahe unmöglich, die mittlere Temperatur unserer Halbkugel aus den bisherigen Beobachtungen mit einiger Sicherheit zu folgern. Dafs wir die Temperaturen in den hohen Breiten nicht kennen, ist nicht der gröfste Uebelstand, da dieselben doch nur in geringer Ausdehnung gelten, und auf den Mittelwerth also nicht zu bedeutend einwirken. Aber wir kennen die Wärme von Asien und Amerika nur innerhalb weniger Meridiane, und das macht die genaue Bestimmung unmöglich. Inzwischen habe ich aus den Formeln, die ziemlich mit der Erfahrung übereinstimmen, so viel als möglich die mittleren Werthe berechnet, was auch in den meisten Fällen weiter keine Schwierigkeit darbietet. Die Berechnung nach der Atkinson'schen jedoch hat deren, und ich theile sie daher mit.

Atkinson giebt für Amerika $t^{o}\,I = 97{,}08 \cos^{\frac{1}{2}}\varphi - 10{,}53 = \beta \cos^{\frac{1}{2}}\varphi - \gamma$. Multiplicirt man hier mit $\cos\varphi\, d\varphi$, so hat man $\cos^{\frac{1}{2}}\varphi$ von 0 bis $\frac{\pi}{2}$ zu multipliciren. Es sey

$$\cos\varphi = x$$
$$d\varphi = \frac{-2x\,dx}{\sqrt{1-x^4}}$$

so wird:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{\frac{1}{2}}\varphi\, d\varphi = 2\int_0^1 \frac{x^6\,dx}{\sqrt{1-x^4}} = \tfrac{2}{5}\int_0^1 \frac{x^2\,dx}{\sqrt{1-x^4}} - \tfrac{2}{5} \,.\, x^3\sqrt{1-x^4}\,.$$

Das letzte Glied verschwindet, wenn man für x: 0 und 1 setzt; es bleibt also nur noch das Integral zu bestimmen. Zu dem Ende sey $x = \cos\varphi$, so wird:

[redacted]

$$\int_0^1 \frac{x^2\,dx}{\sqrt{1-x^2}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2\varphi \sin\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1-\cos^4\varphi}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1-\frac{1}{2}\sin^2\varphi}} = \sqrt{2}\,.\int_0^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \sqrt{1-\tfrac{1}{2}\sin^2\varphi}$$

$$- \frac{1}{\sqrt{1}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{2-\frac{1}{2}\sin^2\varphi}}\,.$$

Das erste dieser beiden Integrale findet sich in Legendre Exerc. p. 251

$= 1{,}3506439$

das zweite ebendaselbst, p. 250

$= 1{,}8540747.$

Verdoppelt man das erstere, zieht das zweite davon ab und multiplicirt den Rest mit $\frac{6}{5\,.\sqrt{2}}$, so ergiebt sich:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{\frac{5}{2}}\varphi\, d\varphi = 0{,}718884.$$

Multiplicirt man ferner diesen Werth mit β und subtrahirt $\gamma\,.\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\varphi\, d\varphi$ oder γ, so ergiebt sich die mittlere Temperatur von Amerika $= 12^\circ{,}12$ R. So ziemlich dasselbe folgt aus den Beobachtungen der *Boden*temperatur an der Ostküste von Amerika, nämlich $12^\circ{,}3$ R. Für die Temperatur des Bodens an der Westküste von Europa giebt Hr. Professor Kämtz die Formeln:

$$t^\circ c = 0{,}795 + 24{,}649 \cos^2\varphi$$
$$t^\circ c = -0{,}754 + 28{,}933 \cos^2\varphi.$$

Nimmt man das Mittel aus der ersten von 0° bis 55° und nach der zweiten von 55° bis 90°, so findet sich die Mittelwärme in dem genannten Meridian $= 18^\circ{,}5$ R Ich habe dieselbe Rechnung für die übrigen Meridiane, deren Bodentemperatur mit einiger Sicherheit durch die

Beobachtungen bestimmt ist, ausgeführt, ihre Auseinandersetzung würde jedoch hier zu weitläufig seyn. Nach einer Zusammenstellung aller dieser Werthe scheint es, dafs man die mittlere Wärme unserer Halbkugel nahe 15° R. annehmen kann, in Uebereinstimmung mit dem Resultat, welches sich oben durch die Formel

$$a(1-\sin\varphi+b\sin^2\varphi)$$

ergeben hat.

(Schlufs im nächsten Heft.)

VIII. *Magnetisirung durch Maschinen-Elektricität.*

Hr. Llambias zu Port-Mahon hat der Pariser Academie kürzlich eine Abhandlung eingesandt, deren Hauptresultate folgende sind:

1) In einem metallischen Leiter, der eine Leidner Flasche entladet, stellen sich gleichzeitig zwei elektromagnetische Ströme von entgegengesetzter Richtung ein. 2) Diese Ströme können gesondert werden, wenigstens theilweis, wenn man den Leiter in zwei oder mehre Arme auslaufen läfst, und man, wenigstens in einem dieser Arme, eine Unterbrechung angebracht hat, die zu einem Funken Anlafs giebt. — 3) In jedem Bogen oder Theil desselben, den beide Ströme vereinigt durchlaufen, ist es im Allgemeinen der positive Strom (d. h. der vom positiven Pol zum negativen gehende), welcher vorwaltend den Sinn der Magnetisirung bedingt. — 4) Jeder Strom magnetisirt desto stärker, je mehr er von dem andern getrennt ist. Die Magnetisirung durch die Entladung einer Leidner Flasche ist nur das Resultat der gleichzeitigen Wirkung zweier entgegengesetzten, mehr oder weniger ungleich magnetisirenden Kräfte. — 5) Aehnliches gilt von den Magnetisirungen durch den elektrischen Funken der Maschine. (*L'Institut. No.* 82 *p.* 394.)

IX. *Verzeichnifs von Erdbeben, vulcanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre* 1821; *von K. E. A. v. Hoff.*

Neunte Abtheilung. — Zehnte Jahresreihe (die achte Abtheilung siehe Bd. XXIX (105) S. 415.)

1830.

Januar 7. Bewegung im Wasser des Sees bei der Stadt *Salzungen* im Herzogthum *Meiningen.* Nach 9 Uhr Morg. entstand ein Aufwallen des Wassers an Einer Stelle des Sees, wodurch die zwei Fufs dicke Eisdecke durchbrochen wurde, und eine kleine Wassersäule über die Oberfläche emporstieg. — Dorfzeit. 1830, No. 14 S. 53. — Poggend. Annal. Bd. XIX S. 462.

— 8. Bei *Waldheim* in *Sachsen* wurde auf beiden Ufern der *Tschopa* ein leichter, von unterirdischem Getöse begleiteter Erdstofs empfunden. — Dorfzeit. 1830, No. 23.

— 10. Aufserordentliche grofse Fluth an den Westküsten der Provinz *Holland.* Um 3 U. 45′ (Abends?) stieg vor den Werken der *Hondsboschen* bei *Petten* das Meer im Augenblicke des hohen Wassers, obgleich der Wind aus W. und NW. keineswegs heftig war, mit aufserordentlicher Gewalt und starken Wellenschlägen bis zu der Höhe von mehr als 4 Ellen 3 Zoll *über* die gewöhnliche volle See, und blieb bis ungefähr 6 Uhr auf dieser Höhe stehen. Diese Fluth hat an den Seedämmen bedeutenden Schaden angerichtet, indem sie theils die Aufsendeiche wegspühlte, theils die Faschinen- und Steinwerke beschädigte. Die letzteren haben dadurch mehr gelitten als durch die Fluth vom Jahre 1825. — Preufs. Staatszeit. 1833, No. 21 S. 137 und No. 22 S. 144.

1830.

Januar 12. und 13. in der Nacht auf der Insel *Bourbon* ein Orcan, der mehrere Schiffe zertrümmerte. — *Moniteur*, 1830, *No.* 9 *p.* 429. — Preufs. Staatsz. No. 115 S. 863.

— 26. Zwischen 3 und 5 U. M. zu *Lucca* drei, in kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Erderschütterungen, deren beide letzte ziemlich stark waren und über 5″ (jede?) dauerten. — Preufs. Staatszeit. 1830, No. 45 S. 316.

— 30. bis 31. in der Nacht, zu *Gutenstein*, in *Oestreich*, Kreis *unter dem Wiener Wald*, eine heftige Erderschütterung. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 61 B. S. 441. In der dort gegebenen Nachricht wird zugleich bemerkt, dafs in den auf die Nacht des Erdstofses folgenden Tagen die Kälte aufserordentlich gestiegen sey, dafs sie am 5. Febr. Morgens —25° erreicht habe, bis zum 7. anhaltend streng geblieben sey, und dafs schon am 8. Regen und Thauwetter gefolgt sey. Diese Thatsachen sind zwar richtig, da sich aber dieselben Erscheinungen in der Witterung an denselben oder nahe denselben Tagen durch ganz Deutschland, von seinen südlichsten bis zu seinen nördlichsten Theilen, zeigten, so hat man nicht Ursache sie mit einem unbedeutenden Erdstofs in Beziehung zu bringen, der überdiefs in einer Gegend erfolgte, in welcher diese Erscheinung zu den gewöhnlichen gehört.

Februar 4. 5 U. 30′ M. Zu *Hieflau* im *Brucker* Kreise, von *Steyermark*, eine Erderschütterung, und ein Brausen, wie das eines Sturmwindes. In einer Viertelstunde darauf erfolgte eine heftige schaukelnde Bewegung nebst einem gewaltigen Stofse, und begleitet von einem donnerähnlichen dumpfen Getöse. Das Schwanken soll gegen 5 Secunden angehalten und die Richtung von NO. gegen SW. genommen haben. Es war so heftig, dafs die Schlafenden aus den Betten

geworfen zu werden glaubten; die Fenster klirrten, die hölzernen Gebäude und Brücken krachten, die an der Wand hängenden Bilder und Spiegel wankten, und lockere Tünche fiel von den Decken. Dabei war es windstill und der Himmel düster umwölkt, obgleich er am Tage vorher, am Abende und auch am Tage selbst sehr klar und rein war. Dieses Erdbeben wurde im ganzen Bezirke *Hieflau* empfunden, hat aber keine Beschädigung von Gebäuden und Menschen zur Folge gehabt. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 61. B. S. 441.

Februar 8. *Agram, Ungarn.* 10 U. 40' M. ein Erdstofs von 2 Secunden Dauer. Er wurde in der oberen und unteren Stadt gleich stark gefühlt. In mehreren Häusern erhielten dadurch die Wände Risse, Glastafeln zersprangen, Teller fielen herab und sitzende Personen gewahrten fühlbare Erschütterung. Was die atmosphärische Beschaffenheit dabei betrifft, so hatte am 6. und 7. ein starker Schneefall stattgefunden, die Luft war lau geworden und das Barometer stand sehr niedrig. Nach dem Erdstofs, gegen 11 U. 38' M., trat plötzlich hellstrahlender Sonnenschein ein, aber bald darauf trübte sich der schon vorher nebelhaft gewesene Himmel wieder. An dem Morgen nach dem Erdstofse herrschte drei Stunden lang ein sehr übel riechender Nebel. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 53. B. S. 381.

Die während des aufserordentlich strengen Winters, in welchem — wenigstens im nördlichen Deutschland — vom 12. November 1829 bis zum 7. Februar 1830, das Thermometer fast nie länger als auf wenige Stunden über den Gefrierpunkt gestanden hatte, gefallene aufserordentliche Menge von Schnee, und das im Februar plötzlich eingetretene Thauwetter, das, besonders in der letzten Woche dieses Monats, von heftigen Südwest-Stürmen begleitet war, brachten ein un-

1830.
gewöhnlich starkes und schnelles Steigen aller Bäche, Flüsse und Ströme hervor, die in den Karpathen, den Alpen, und den kleineren Gebirgszügen Deutschlands und der nächst angränzenden Gegenden entspringen. Daher erfolgten in den letzten Tagen des Februar und in den ersten des März in allen diesen Gegenden grofse und überraschend schnelle Ueberschwemmungen, die vornehmlich an den Ufern der grofsen Flüsse hie und da die verderblichsten Wirkungen äufserten. So an der *Oder*, *Spree*, *Elbe*, *Weser*, dem *Rhein* und der *Donau*, und vielen ihrer bedeutenderen Nebenflüsse. Eine der gröfsten Verwüstungen erlitt dadurch *Wien* am 1. März.

Einer eigenthümlichen Erscheinung ist hier zu gedenken, die sich in den letzten Monaten dieses Winters in einem Sandsteinbruche am *Helleberge* bei *Zittau* gezeigt hat. In der Mitte dieses Steinbruchs, wo sich vor ungefähr 30 Jahren eine Quelle befand, die gutes, aber wegen aufserordentlicher Kälte kaum geniefsbares Wasser gab, und die seit längerer Zeit verschüttet ist, zeigte sich zuerst eine Ausdünstung, durch welche der Schnee in einem Umkreise von 6 bis 8 Ellen weggethaut war. Kurze Zeit darauf bemerkte man dasselbe in einer Entfernung von ungefähr 30 Schritten, und noch an mehreren Punkten. Nach Versicherung der Steinbrecher ist an mehreren kalten, und namentlich an den kältesten Tagen dieses Winters (das ist natürlich) die Ausdünstung an diesen Stellen so stark gewesen, dafs sie solche, bei heiterer Witterung, in einer Entfernung von 200 Schritten sehr deutlich wahrnehmen konnten. Sie vergleichen diese Dünste mit denen eines Kohlenfeuers, das keinen Rauch giebt, sondern nur ein Flakkern in der Luft hervorbringt. Sie hatten dabei aufsteigende Wärme und einen Geruch wie von verbranntem Torf empfunden. Früh und Abends war diese

[redacted]

Ausdünstung am stärksten wahrzunehmen (weil in diesen Zeiten die Luft am kältesten ist, in der Nacht hatten wohl die Steinbrecher niemals Beobachtungen gemacht). — Preuſs. Staatsz. 1830, No. 72 S. 524. — Wir erwähnen dieser Erscheinung hier, weil sich das Gerücht verbreitet hatte, es habe bei *Zittau* ein Berg angefangen zu rauchen. Uebrigens dürfte die Erscheinung bloſs durch, aus unterirdischen hohlen vielleicht sehr tief liegenden Räumen, die gerade an dem Punkte, wo die Ausdünstung sich zeigte, Verbindung mit der Oberfläche hatten, aufsteigende Luft hervorgebracht worden seyn. Dieses Aufsteigen aber hat man wohl nicht eher wahrgenommen, bis die äuſsere Luft einen auſserordentlich hohen Grad von Kälte angenommen hatte, was in dem letzten Winter der Fall war. Vielleicht ist auch die aufsteigende Luft gar nicht auſserordentlich warm gewesen, sondern hat nur im Gegensatz der auſsen herrschenden strengen Kälte so zu seyn geschienen. Thermometrische Versuche scheinen darüber nicht angestellt worden zu seyn; aber die Kälte des vormals dort entsprungenen Wassers macht diese Vermuthung wahrscheinlich. Die Wahrnehmung eines Geruchs von verbranntem Torf bleibt unter diesen Umständen mindestens verdächtig, denn bei einer dort stattfindenden unterirdischen Entzündung würde das daselbst quellende Wasser schwerlich einen auſserordentlichen Grad von Kälte behauptet haben.

März 9. (nach Anderen 12.) 1 U. 10′ Ab. Erdbeben am *Terek*. Zu *Kisljar*, und noch heftiger in dem zwei Tagereisen von dieser Stadt entfernten Dorfe *Andrejewskaja*. Die Dauer der Erschütterung war gegen 10 Secunden. In dem genannten Dorfe stürzte die Armenische Kirche ein, und über 400 Einwohner wurden unter den Erddächern ihrer Häuser begraben. Ein benachbarter Berg spaltete und die eine Hälfte

1830.

desselben senkte sich. In *Andrejewskaja* wiederholten die Erdstöfse neun Tage lang. Die Richtung der Stöfse war von Nord nach Süd, und auf den ersten folgte ein Windstofs, der 10 Minuten dauerte. — An demselben Tage 4 U. 30′ M. Abends empfand man in *Astrachan* 30 Secunden lang Erschütterungen. — *Annales de chim. et de phys. T. XLV p.* 402. — Das Ausland, 1830, No. 200 S. 800. — Preufs. Staatszeit. 1830, No. 101 S. 752, No. 130 S. 978.

März 13. Unweit *Reikiawig*, auf *Island*, bemerkte man im Meere, ungefähr in der Richtung und Entfernung der *blinden Vogelscheeren*, aufsteigenden Rauch, wie von einem Vulkan. Mit dem 25. März hatte sich diese Erscheinung verloren. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 181 Beil. S. 1379. — Einer anderen Nachricht zufolge hätte sich diese Erscheinung am 13. Junius gezeigt. — *Journal de Géologie par* Boué, *Vol. I p.* 391.

Zu Ende dieses Monats erfolgte das mit grofsen Ueberschwemmungen verbundene Aufbrechen des Eises an den nördlicheren und östlicheren Strömen Europas. Die *Weichsel*, der *Pregel* und die *Oder* auf's Neue richteten grofse Zerstörung an. An der unteren *Donau* dauerte die Ueberschwemmung vom 19. März an noch mehrere Wochen. — Im Bezirk von *Akerman* that das Austreten der Flüsse grofsen Schaden.

April 3. bis 7. Heftige Orcane im *Baltischen Meere* richten grofsen Schaden an, besonders an den *Oder*-Mündungen. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 101 bis 103, 116, 134, 138.

— 4. Erderschütterung zu *Eglisau* im Canton *Zürich*. Preufs. Staatsz. No. 145 B. S. 1093.

— 6. An diesem und vorhergehenden Tagen ist der Vesuv in Bewegung. In seinem Krater haben sich zwei neue Schlünde geöffnet, die Feuer und vulkanische Stoffe auswerfen, auch hört man starke Detona-

[redacted]

tionen im Innern des Berges. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 117 B, S. 881.

April 15. Erst jetzt bricht die Eisdecke der der *Theifs* zufallenden Nebenflüsse, besonders der *Bodrogh*, und es erfolgt eine verheerende Ueberschwemmung in der Gegend von *Tokay*. Auch die *Oder*, ebenfalls durch das späte Schmelzen des Eises und Schnees auf den höheren Gebirgen geschwellt, und die *Weichsel* überfluthen auf das Neue ihre Ufer verwüstend. Die Insel *Usedom* vornehmlich erleidet grofsen Schaden. Die *Elbe* tritt ebenfalls wieder aus, und ihre Ueberschwemmung hat nur einen langsamen Abflufs. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 108, 115, 116, 119, 130.

— 19. bis 20. in der Nacht (2 U.). Zu *Solothorn* wurde während eines heftigen Sturmwindes, sowohl in der Stadt als längs des Laufs der Aare eine Erderschütterung in der Richtung von Ost nach West empfunden. — Preufs. Staatsz. No. 129 B. S. 973. — Dieser Sturm verbreitete sich fast durch ganz Deutschland bis in die Nacht zum 21. — Ebend. No. 116. B. S. 874.

— 20. Erdbeben 15 Werst westl. von *Baku*. — Preufs. Staatsz. No. 196 B. S. 1502.

— 21. und 22. ein plötzliches starkes Steigen der *Seine* in Paris u. s. w. — *Moniteur*, *No.* 113 *p.* 446. — Am 21. ging auch erst das Eis der *Newa* ab, aber bis zum 10. Mai kam noch immer vieles Eis aus dem *Ladoga-See* nach. — Am 28. und 29. April wurden die Häven von *Reval*, *Baltischport* und *Bernau* ganz vom Eise frei. — Preufs. Staatsz. No. 140 S. 1054.

— 21. *Guatimala* von 4 U. M. an bis zum 22. 5 U. Ab. Zweiundfunfzig stärkere und schwächere Erdstöfse.

— 23. *Ebendaselbst* 9 U. Ab. wieder einer, und zwar der stärkste Stofs, der mehrere Gebäude stark beschädigte. Ein Dorf, 6 Stunden von der Stadt, wurde ganz zerstört. — Das Ausland, 1830, No. 315. S. 1256.

1830.

Mai 9. Zu *Teheran, Persien*, mehrere Erdstöfse, durch welche die Stadt sehr gelitten hat. — Preufs. Staatsz. No. 174 S. 1320.

— 11. *Eglisau*, *Zürich*, eine Erderschütterung Abends, welche die Häuser schwanken macht und von starkem Getöse begleitet ist. — Preufs. Staatss. No. 145 S. 1093.

— 18. Bis zu diesem Tage erfolgen in *Guatimala* wiederholt Erdstöfse. — Preufs. Staatsz. No. 261 S. 2003.

— An demselben Tage zu *Reggio* in *Calabrien* zwei Erdstöfse mit unterirdischem Getöse. — Preufs. Staatsz. No. 165. B. S. 1252.

— 21. bis 25. Verwüstende Gewitter mit Hagel und Orcanen in mehreren Gegenden Frankreichs, in der Gegend von *Bordeaux*, *Perigueux*, im Depart. *Yonne* u. s. w., in *Franken*, *Thüringen*, den *Marken* und mehreren anderen Gegenden *Deutschlands*.

Junius 8. Zu *Kindberg* und *Mürzzuschlag*, in *Steyermark*, Erdstöfse. — Pr. Staatsz. No. 195 B. S. 1491.

— 10. 8 U. Ab. Zu *Werchne-Udinsk*, im Gouvernement *Irkutzk*, eine gegen 3 Secunden dauernde ziemlich starke Erderschütterung in der Richtung von NO. nach SW. — Preufs. Staatsz. No. 258 S. 1974.

— 13. Für diesen Tag geben Einige die oben auf den 13. März gesetzte scheinbar vulkanische Erscheinung bei *Island* an.

In der zweiten Hälfte dieses Monats verheerendes Erdbeben in *China*, in den Provinzen *Ho-Nan* und *Pe-Tsche-li*, zwischen den 35. und 37. Breitegraden. — Gothaische Zeitung, 1831, No. 140.

Junius 26. 5 U. 57′ M. Um *Gräz* und *Bruck* in *Steyermark* zwei kurz nach einander erfolgende Erdstöfse in der Richtung von SO. nach NW., nebst einer 1 Secunde lang dauernden wellenförmigen Bewegung. Fenster klirrten, auch fielen Theile von Zimmerdecken herab. Es wurde auch zu *Leoben* gefühlt. Die Luft

war dabei ruhig, etwas dick und neblig; am Barometer wurden keine besonderen Veränderungen wahrgenommen. — Preufs. Staatsz. No. 187 S. 1428.

— Ohne Angabe des Tages. Am *Vorgebirge der guten Hoffnung* Erdbeben und Erdfall. Vom *Tafelberge* hatten sich zwei ungeheure Felsmassen abgelöst und waren herabgerollt. Die gröfsere wurde zu 40 bis 50 Tonnen geschätzt. Das heftige Brausen dabei, das die Capstadt in grofse Unruhe versetzte, dauerte 45 Secunden. — Das Ausland, 1831, No. 115 S. 460.

Julius 1. 5 U. M. In dem Kornmarkte *Huszth*, *Marmaroscher* Gespannschaft, drei bedeutend starke Erdstöfse, und 9 U. Ab. ein so heftiger Stofs, dafs viele Häuser beschädigt werden. Dieser letzte Stofs wird auch in *Szigeth* und in den Grubenorten *Sugatagh* und *Slatina* empfunden. Die Richtung der Erschütterungen ging von Süd nach Nord. — Froriep's Notizen, No. 544 S. 250.

— 9. Auf der Insel *Aegina* ein leichtes Erdbeben. — Preufs. Staatsz. No. 236 S. 1808.

Nach einer aus *St. Petersburg* vom 7. August mitgetheilten Nachricht soll zehen Werst von *Bakun* (*Baku?*) 2944 Werst von St. Petersburg, der Gipfel des Berges *Bos Tepe*, sich nach einem starken unterirdischen Getöse gespalten, und an verschiedenen Stellen abwechselnd Rauch, Flammen, Schlamm und Steine ausgeworfen haben. — Pr. Staatsz. No. 226 S. 1721. — Der Monat und Tag, an welchem dieses geschehen seyn soll, ist nicht angegeben; es könnte daher leicht seyn, dafs diese Nachricht sich entweder auf das oben bei dem 9. März erwähnte, oder auf das Erdbeben bei *Baku* vom 20. April bezöge.

August 8. 0 U. 27' M. zu *Kiachta* Erdbeben, in derselben Richtung, wie das, was sich im J. 1829 8. März ereignete, nämlich von NO. nach SW. Das dumpfe

1830.

Getöse während der Erschütterung dauerte fast 1 Minute, die Erschütterung selbst bestand aus zwei ziemlich heftigen Stöſsen. Sonst bemerkte man nichts Besonderes dabei, ausgenommen eine sichtbare Feuchtigkeit der Atmosphäre. — Pr. Statsz. No. 275 S. 2107.

September 1. Auf *Erromanga-Bai*, in der Inselgruppe der *Neuen Hebriden*, eine leichte Erderschütterung von ungefähr 1 Minute Dauer. Sie wurde auch auf dem Meere empfunden. — Das Ausland, 1832, No. 202 S. 807.

— 9. und 10. und folgende Tage. In der *Schwäbischen Alp* Erderschütterungen, vorzüglich in einem Theile des Oberamts *Münsingen*. Sie erfolgten am 9. 9 U. 20′ M., am 10. 7 U. 48′ M., am 12. 10 U. 45′ M. Die Stöſse kamen von Süd gegen Nord, und dehnten sich nicht gegen West, wohl aber in östlicher Richtung aus. Die stärkste Erschütterung war die vom 12., sie dauerte 3 Secunden. Weniger heftig waren die beiden ersten, jede von 2 Secunden. In *Hayningen*, *Zwiefalten* und *Münsingen*, so wie in *Buttenhausen*, *Eglingen* u. s. w. in der ganzen *Zwiefalter Alp* waren die Erschütterungen sehr fühlbar; so daſs Geräthschaften zusammenklirrten, leicht bewegliche Gegenstände in Zimmern verrückt wurden, und die Tünche der Gebäude hie und da abfiel. In *Münsingen* selbst soll das Barometer am 12. funfzehn Minuten vor dem Stoſse auf 27″ 2‴ gestanden haben, sogleich nach dem Stoſse 6‴ gefallen und Abends wieder bis auf 27″ gestiegen seyn. Der Himmel war trübe, die Luft ruhig. In *Tübingen*, fünf geogr. Meilen von Münsingen stand das Barometer den 12. Nachmittags 2 U. 2‴ unter seiner mittleren Höhe und fiel bis Abends 10 U. noch um 2‴. Auch in Stuttgart zeigte sich an diesem Tage ein entsprechendes Fallen [1]). Die Wind-

1) Das Fallen des Barometers an diesem Tage scheint viel zu

[redacted]

1830.

richtung war den Tag über südlich und südöstlich. In *Scheer* im Oberamte *Wangen*, am südlichen Fufse der Alp, wurden dieselben Erdstöfse empfunden. Menschen, die sich in Häusern befanden, hatten die Empfindung, als wenn das ganze Haus durch einen unmittelbaren Stofs oder durch einen heftigen Donnerschlag erschüttert worden wäre. Schübler in Schweigger-Seidel's Neuen Jahrb. d. Chem. Th. V S. 279.

September 19. In *Ober-Marchthal*, am südlichen Fufse der *Alp*, ein schwacher Erdstofs. — Scheibler in Schweigger-Seidel's N. Jahrb. Th. V S. 272.

— 23. 4 ½ Uhr M. wurden abermals in der Alp Erdstöfse, und zwar gleichzeitig empfunden, in *Kalw*, in den Oberämtern *Urach*, *Münsingen*, *Balingen*, in *Onstmettingen*; am südlichen Fufse der Alp, bei *Ober-Marchthal*, und im westlichen Theile des Oberamts *Saulgau*. Auch im Oberamt *Marbach* will man diese Erschütterungen bemerkt haben. In *Kalw* empfand man 4 ½ U. M. drei schnell auf einander folgende, von rollendem Getöse begleitete Stöfse, welche die Gebäude und das Hausgeräthe in eine zitternde Bewegung setzten. Die Richtung der Stöfse schien von West nach Ost zu gehen; die Luft war ruhig. Im Oberamt *Münsingen*, in *Hayningen*, *Buttenhausen*, *Apfelstetten*, *Oberwilzingen* und *Huldstetten* machte man dieselbe Wahrnehmung; die Bewegung ging von W. nach O., dauerte 6 bis 8 Secunden, und erschütterte viele Häuser, Zimmerthüren öffneten sich hier und da durch den Stofs. Besonders empfanden denselben die am Wasser gelegenen Häuser zu *Butten-*

weit verbreitet gewesen zu seyn, als dafs man es in Beziehung auf die schwachen und localen Erschütterungen in der Alp zu bringen berechtigt wäre. Auch in Gotha fiel am 12. Sept. das Barometer von 6 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends um 4 Millimeter.

1830.

hausen. Vom Oberamt *Saulgau* wurde vorzüglich der westliche Theil von den Erschütterungen getroffen, namentlich die Orte *Mengen*, *Scheer*, *Entach* und *Glochingen.* Das Barometer hatte am 22. September Morgens in den dortigen Gegenden den tiefsten Stand dieses Monats erreicht. Es stand in Stuttgart und Tübingen 6''' unter seiner mittleren Höhe, und stieg vom 22. M. bis 23. M. schnell um 4''' $\frac{1}{2}$; fiel dann am 23. wieder langsam während des ganzen Tages [1]). An den diesen Erdstöfsen vorhergehenden Tagen, nämlich am 22., fiel in den meisten Gegenden den ganzen Tag fast unausgesetzt Regen bei südlichen und westlichen Winden. Zur Zeit des Erdstofses hatte der Regen aufgehört, der Himmel war bewölkt und Abends erfolgte wieder Regen.

September 24. 6 $\frac{1}{2}$ U. Ab. wurde in den genannten Gegenden der Alp die letzte Erschütterung empfunden, namentlich in dem in einem hohen Alpthale liegenden Orte *Onstmettingen*, im Oberamte *Balingen.* Auch an diesem Tage war der Himmel trüb, und hie und da fiel Regen. Das Barometer sank langsam, und stand etwas unter der mittleren Höhe. — Schübler a. a. O.

— 26. *Lissabon*, zwei leichte Erdstöfse, von denen jeder ungefähr 15 Secunden dauerte. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 305. S. 2354.

November 23. — 6 U. M. Erdstöfse im *Badenschen* zu *Frei-*

1) Im Wesentlichen eben so in Gotha, das Barometer stand bei einer von 16°,3 bis 16°,8 der hunderttheiligen Skale wechselnden Temperatur des Quecksilbers am 22. Sept. 6 U. M. = 722,3 Millimeter; 8 U. M. 722,7; 2 U. Ab. 725,1; 8 U. Ab. 727,95. Am 23. 8 U. M. 730,1 und 8 U. Ab. 729,95 Millim. Abends und während der folgenden Nacht wehete ein heftiger Südwest-Sturm. Am ganzen 22. regnete es unaufhörlich bis spät in die Nacht.

[redacted]

1830.

Freiburg, *Müllheim* und *Lörrach*, zugleich zu *St. Louis* und *Mühlhausen*, auch *Basel* und *Strafsburg*. Zuerst erfolgte ein dumpfer Stofs, gleich als ob eine Last auf den Boden niederfiel, dann ein Gerassel, wie vom Fahren eines Wagens auf Steinpflaster, wobei Bettstellen erschüttert wurden, Thüren knarrten und Gläser klirrten. Die Erschütterung schien von SW. nach NO. zu ziehen. An den zuletzt genannten Orten auf der Westseite des Rheins hatte man vor dem Stofse einen Knall gleich einem Kanonenschufs gehört. Zu *Basel* soll der Stofs sehr heftig gewesen seyn. In der Grube Neue Hoffnung Gottes zu *St. Blasien*, im Badenschen; hatte man 5 U. 45' die Erdstöfse sehr stark gefühlt. Für *Strafsburg* wird in einigen Nachrichten statt des 23. der 24. November angegeben. — Dorfz. No. 227 S. 910. — Preufs. Staatsz. No. 335, 339 und 346.

November. Zu Ende des Monats Bewegungen am *Vesuv* einige Tage, mit wenigem Auswerfen. — Dorfzeit. No. 227 S. 910.

December 2. 0 U. 15' M. In der Grube Neue Hoffnung Gottes zu *St. Blasien*, im Badenschen, wird abermals eine starke Erschütterung empfunden. Die Fenster der Kaue zitterten und das ganze Gebäude schien zu wanken; die Bergleute fuhren erschrocken aus der Grube. — Preufs. Staatsz. No. 346 S. 2690.

— 3. nach 8 U. M. Zu *Innsbruck* ein Erdbeben, von welchem die Möbeln und Gläser in den Zimmern schwankten. Die Schwingungen erfolgten von Nordwest nach Nordost (wohl irrige Angabe des Berichts); sie dauerten in gleicher Stärke 6 Secunden und waren von dem gewöhnlichen klirrenden Geräusch begleitet. Der Himmel war heiter, die untere Atmosphäre etwas neblig und der Wind schwach SO. — Preufs. Staatsz. No. 347 S. 2697.

[redacted]

1830.

— 8. Bei *Rehhausen* und *Genstätt*, unweit *Naumburg*, Erderschütterungen. — Dorfzeit. 1831, No. 3 S. 11.

— 20. Nachmittag erfolgte in der *Themse* die höchste Springfluth, die man in London seit dem December 1821 beobachtet hatte, wozu wahrscheinlich der in den vorhergegangenen Tagen anhaltend wehende Nordostwind wesentlich beitrug. Im Ganzen stieg die Fluth 4 bis 5 Fufs höher als gewöhnlich. — Preufs. Staatsz. No. 362 S. 2829.

— 26. 2 U. M. Zwischen den Städten *Roa* und *Aranda* in *Portugal* verliert der sehr wasserreiche *Duero* plötzlich all sein Wasser. Erst 10 U. M. kam dasselbe wieder. Man glaubte, dafs sich irgendwo im Bette des Flusses plötzlich ein grofser Schlund geöffnet und dem Flusse das Wasser entzogen habe. — Mit dem Flusse *Alba de Tormes* soll sich kurz vor oder nachher ganz dasselbe ereignet haben. — Preufs. Staatsz. 1831, No. 41 S. 344.

— 28. gegen 2 U. Ab. wurde zu *Coblenz* und *Neuwied*, auch in der Gegend umher, eine von N. nach SO. gerichtete Erschütterung empfunden. In *Rübenach* erhob sich um dieselbe Zeit ein gewaltiger Sturm plötzlich, der jedoch kaum einige Minuten dauerte, worauf ein Knall, wie aus einem groben Geschütz, und nach 6 bis 8 Secunden noch ein starker, schnell vorübergehender Erdstofs folgte. Bemerkenswerth ist hierbei, dafs zwei Tage vor diesem Ereignisse in dem, drei Viertelstunden von Coblenz und Eine Viertelstunde von Rübenach gelegenen Orte *Bubenheim* plötzlich die Brunnen versiegt waren. — Preufs. Staatszeitung, 1831, No. 6 B. S. 48. — Goth. Zeit. 1831, No. 5.

December 29. Zu *Sulmona* und noch anderen Orten in *Abruzzo* heftige Erdstöfse. — Preufs. Staatsz. 1831, No. 26 B. S. 219.

Am Schlusse der zehnjährigen Reihe dieser Chronik konnte ich mir eine Erörterung darüber nicht versagen, ob sich nicht aus derselben eine Beziehung der darin aufgeführten Naturerscheinungen zu Jahres- und Tageszeiten ergebe? Eine Frage, die zu allen Zeiten besprochen worden ist.

Man hat theils die Erdbeben selbst zu den atmospärischen Ereignissen gerechnet, theils wenigstens angenommen, dafs der Zustand der Atmosphäre einen Einflufs auf das Hervorbringen derselben habe. Man hat geglaubt, dafs gewisse Jahreszeiten, auch gewisse Tageszeiten dem Entstehen eines Erdbebens günstiger seyen als andere. Es haben darüber zu verschiedenen Zeiten verschiedene Meinungen geherrscht. Die Alten meinten, im Winter erfolgten keine Erdbeben, oder doch nur selten; auch die Nachtstunden sollten mehr frei davon seyn, als die Stunden des Tages. Neuerer Zeit hingegen ist wohl behauptet worden, dafs Erdbeben häufiger in den Herbst- und Wintermonaten erfolgten als in den übrigen. In Amerika fand Hr. v. Humboldt den Glauben, dafs die Jahreszeit, welche die meisten Gewitter erzeugt, auch die meisten Erdbeben bringe.

Diese Fragen sind in neuester Zeit ausführlich und gründlich verhandelt worden von Professor Kries, meinem sehr verehrten und lieben Freunde, in zwei Schriften, denen, der einen von der Gesellschaft der Wissenschaften der Provinz Utrecht, und der andern von der Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig, Preise zuerkannt worden sind.

In der ersten dieser Schriften [1]) zeigt ihr Verfasser durch Zusammensetzung einer nicht kleinen Zahl von Thatsachen, dafs Erdbeben, und selbst sehr heftige Erd-

1) Fried. Kries. Von den Ursachen der Erdbeben; eine Preisschrift, herausgeg. von der Societät der Künste und Wissenschaften für die Provinz Utrecht. Utrecht 1820. 8.

beben, sowohl in allen Jahreszeiten, als auch zu allen Tagesstunden erfolgt sind.

In der zweiten [1]) stellt Er den Zustand der Atmosphäre dar, welcher bei den Erdbeben einer langen Reihe von Jahren beobachtet worden ist; vornehmlich den mit diesen Phänomenen gleichzeitigen Stand des Barometers, und zwar nicht nur an den Orten selbst, die Schauplatz der Erdbeben waren, sondern auch in mehreren denselben näher oder entfernter liegenden Orten und Gegenden.

Die Zusammenstellung von Thatsachen und Beobachtungen in dieser zweiten Schrift ist vollkommen geeignet, die auch von ihrem Verfasser gewonnene Ueberzeugung zu bestätigen, dafs die Erscheinung eines Erdbebens mit dem derselben vorausgegangenen oder sie begleitenden Stande des Barometers in eine wesentliche Verbindung nicht zu bringen ist, wenn gleich einzelne Fälle vorhanden sind, in welchen ein Einflufs jenes Phänomens auf dieses Werkzeug stattgefunden zu haben scheint. Die auf diesen Umstand gerichtete Frage möchte daher als durch diese Schrift genügend beantwortet zu betrachten seyn.

Weniger bestimmt aber scheint mir aller übrige atmosphärische Einflufs auf die Erdbeben, oder wenigstens die Verbindung atmosphärischer Zustände mit terrestrischen, zum Hervorbringen dieses Phänomens zurückgewiesen werden zu können. Dafs Vieles, was zur wesentlichen Beschaffenheit der Atmosphäre gehört, viele ihrer Eigenthümlichkeiten, und viele in diesen vorgehende Veränderungen auf das Barometer und andere meteorologische Werkzeuge nicht wirken, und also von diesen auch nicht angezeigt werden, ist bekannt. Dafs eine bedeutende Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre —

1) Fr. Kriesii, *de nexu inter terrae motus vel montium ignivomorum eruptiones et statum atmosphaerae, diss. anno* 1829 *praemio ornata. In Acta Societatis Jablonovianae nova. T. IV Fasc. I. Lips.* 1832.

[redacted]

dieser dem Erdballe anklebenden, ihn zum Theil durchdringenden, und im Verhältnisse zu seiner Masse sehr kleinen Umgebung desselben — und dem Innern der Erde stattfindet, ist mehr als wahrscheinlich. Es ist ferner Thatsache, dafs — wenn gleich ein bestimmter Zustand der Atmosphäre, welcher *vor* Erdbeben herzugehen pflegte, noch nicht hat nachgewiesen werden können — doch *nach* Erdbeben sich, wenn auch nicht immer, dennoch oft, Veränderungen im atmosphärischen Zustande gezeigt haben. Von mehreren Beispielen, die für diesen Satz sprechen, will ich nur die Erscheinung des trocknen Nebels, oder Höhenrauchs im Jahre 1783 anführen, der sich gleichzeitig mit einem der gröfsten Erdbeben, und einem der heftigsten vulkanischen Phänomene der neuesten Zeit, in zwei weit von einander entlegenen Theilen der Erde, *Calabrien* und *Island*, in der Atmosphäre zwischen diesen beiden Gegenden verbreiteten.

Bestehen aber überhaupt gegenseitige Beziehungen zwischen dem Innern der Erde und der Atmosphäre in der Weise, dafs eine Verbindung der in jedem dieser Theile des ganzen Erdkörpers wirkenden Kräfte irgend eine Wirkung hervorbringen kann, so ist wenigstens die Möglichkeit vorhanden, dafs der Zustand der Atmosphäre in Einer Jahreszeit mehr als in der andern geeignet seyn kann, mit demjenigen, was im Innern der Erde thätig ist, vereint eine gemeinschaftliche Wirkung hervorzubringen.

Wenn daher auch dargethan worden ist, dafs Erdbeben in allen Jahreszeiten erfolgt sind, so ist damit doch noch nicht entschieden, dafs nicht die Eine zum Hervorbringen derselben mehr geeignet ist als die Andere. Auch das Gewitter erscheint ja in allen Jahreszeiten, und doch ist es eine entschiedene Sache, dafs dieses ganz atmosphärische Phänomen recht regelmäfsig durch die Jahreszeit bedingt ist; und dieser von Niemand bezweifelte Umstand besteht, ungeachtet die heftigsten

[redacted]

Gewitter nicht selten in den für ihre Bildung am wenigsten geeignet geachteten Jahreszeiten erscheinen.

Hr. Prof. Kries selbst ist der Meinung, dafs gewisse Grade der Wärme, der Feuchtigkeit, der Elasticität, der Elektricität u. s. w. in der Atmosphäre auf manche chemische Processe in der Erde Einflufs haben können [1]). Aber eine Schwierigkeit gegen die Beziehung der Erdbeben auf Jahreszeiten findet Er unter anderen und vornehmlich darin, dafs man Beispiele hat von Erdbeben, die, an dem Orte, wo sie zuerst ausgebrochen waren, oft Monate lang sich immer wiederholt haben. Dieses ist zwar gegründet, aber diese ohnehin zu den seltner gehörenden Fälle kommen nur vor in den Gegenden, welche vorzugsweise, und so zu sagen permanent dem Phänomene der Erdbeben unterworfen sind. Es ist nämlich eine bekannte Sache, dafs es auf der Erdoberfläche mehrere solche Gegenden giebt. In diesen scheint der eigenthümliche innere Bau der Erde, oder die besondere Anordnung gewisser Stoffe, welche beide die Ursachen der Erdbeben enthalten mögen, entweder der Oberfläche näher liegen als in anderen Gegenden, oder wenigstens sich mit derselben in mehr unmittelbarer Verbindung zu befinden; wodurch aber auch die Verbindung des Sitzes der Ursachen der Erdbeben mit der Atmosphäre wahrscheinlich wird. Da nun selbst in solchen Gegenden die Erdbeben nicht immer fortdauern, sondern da auch dort oft lange Zwischenzeiten der Ruhe bestehen, so scheint eine Ursache erforderlich zu seyn, welche den Erdbebenprocefs erst einleitet. Zu diesem aber kann die atmosphärische Beschaffenheit — sobald sie wirklich eine Rolle bei diesem Processe spielt — vielleicht mit wirken. Dann könnte der erste Ausbruch des Erdbebens wohl mit der Beschaffenheit der Atmosphäre, und folglich auch mit der Jahreszeit in Beziehung stehen; der einmal eingeleitete Procefs aber den-

1) In der Utrechter Preisschrift, S. 67.

[redacted]

noch während einer längeren Zeit fortdauernd seine Wirkungen äufsern.

Die Beispiele, die Hr. Prof. Kries von Erdbeben aus allen Jahreszeiten aufführt, sind nur *eine Auswahl* unter den Phänomenen dieser Art. Eine Sammlung *aller* in einer nicht zu kleinen Reihe von Jahren bekannt gewordenen hingegen würde schon eher dazu dienen, eine Erfahrungsgrundlage zu Beantwortung der Frage herzustellen. Eine Reihe von zehn Jahren möchte ich zwar selbst für dazu ausreichend nicht ansehen; da sie aber einmal vorliegt, und da die aus derselben aufgeführten Erscheinungen mit möglichster Sorgfalt aufgesammelt worden sind, so liefert sie wenigstens einigen Stoff zu einer übersichtlichen Berechnung. Ich gebe damit nur, was ich als thatsächlich gefunden habe, ohne Hypothese, ohne Vorliebe für die eine oder die andere Meinung.

Bei Zusammenstellung der Uebersicht bin ich auf folgende Weise zu Werke gegangen. Aus der diesen Annalen einverleibten Chronik von den zehen Jahren 1821 bis 1830 habe ich nur die eigentlichen *Erdbeben* und *vulkanischen Ausbrüche* ausgezeichnet und gezählt, und zwar jedesmal den Zeitpunkt des ersten Stofses oder Ausbruches, wenn die Stöfse an demselben Orte mehrere Tage nach einander wiederholten und die Ausbrüche mehrere Tage dauerten. Alle übrigen meteorischen Erscheinungen, Bergfälle und Wasserbewegungen, die nicht ganz unzweifelhaft mit Erdbeben in Verbindung standen, habe ich aus der Rechnung weggelassen. Die *vulkanischen Ausbrüche* — deren in diesem Zeitraume aus allen Gegenden der Erde überhaupt nur vier und zwanzig bekannt geworden sind, habe ich von den Erdbeben abgesondert zusammengestellt. Ferner glaubte ich, da diese Zusammenstellung dazu dienen soll, eine Beziehung zwischen Erdbeben und den Jahreszeiten zu ermitteln, die Erscheinungen der nördlichen Halbkugel der Erde von denen der südlichen gesondert aufstellen zu

müssen, wegen der Umkehrung des Verhältnisses der Monate zu den Jahreszeiten.

Auf diese Weise ergaben sich in deu 10 Jahren von 1821 bis 1830:

In den Monaten:	Erdbeben		Vulkanische Ausbrüche.	
	in der nördlichen Halbkugel.	in der südlichen Halbkugel.	in der nördlichen Halbkugel.	in der südlichen Halbkugel.
Januar	31	2	1	-
Februar . . .	36	-	2	1
März	31	1	2	-
Summe	98	3	5	1
April	29	1	1	2
Mai	33	3	-	-
Junius	33	1	1	-
Summe	95	5	2	2
Julius	20	3	2	1
August	31	2	1	-
September .	24	3	-	-
Summe	75	8	3	1
October . . .	41	2	1	2
November . .	26	1	1	1
December . .	34	1	4	1
Summe	101	4	6	4
Ganze Summe	369	20	16	8

Diese Uebersicht führt auf verschiedene Bemerkungen. Die grofse Mehrzahl der Erdbeben in der nördlichen Halbkugel über die in der südlichen ist ganz naturgemäfs. Wenn auch in der ersteren diese Erscheinung sorgfältiger beobachtet und aufgezeichnet wird, so scheint mir doch der Mangel an Nachrichten von dergleichen in der südlichen Halbkugel wirklich erfolgten nicht die Hauptursache des sich hier ergebenden Mifsverhältnisses, sondern sogar eine der geringsten Ursachen

davon zu seyn, denn die Länder und Inseln der südlichen Halbkugel werden von beobachtenden Europäern mehr besucht und zum Theil bewohnt, als der große Umfang der inneren Theile von Asien und Afrika. Der Grund der Ueberzahl liegt vielmehr theils in der sehr geringen Masse von Erde, die sich in der südlichen Halbkugel befindet, — und natürlicherweise kann dort auch nur eine geringere Masse von Erde beben, als in der zum gröſsten Theil aus trocknem Lande bestehenden nördlichen; theils darin, daſs das wenige trockne Land der südlichen Halbkugel mit Vulkanen gleichsam gespickt ist, — wie z. B. die Sunda- und Südsee-Inseln. Daher ergiebt sich wohl auch ein weit kleineres Verhältniſs der Zahl der vulkanischen Ausbrüche zwischen beiden Erdhälfte als das der Erdbeben. Während sich die Zahl der letzteren in der Nordhalbkugel zu der in der südlichen verhält wie 37 : 1, verhält sich die der bekannt gewordenen vulkanischen Ausbrüche in der ersteren zu der in der letzteren wie 2 : 1.

Was nun das Verhältniſs der Zahl der Erdbeben zu den Jahreszeiten betrifft, so findet sich in der Uebersicht ein Ergebniſs, das wohl dazu verführen könnte, eine Beziehung zwischen beiden nicht ganz unwahrscheinlich zu finden; denn das daraus hervorgehende ist doch nicht so klein, daſs man es ganz unbeachtet lassen müſste, in sofern nicht, wie ich schon erwähnt habe, zehn Jahre einen zu kleinen Zeitraum umfassen, um darauf eine solche Ansicht zu gründen.

Wir finden:

	in der nördlichen Halbkugel	in der südlichen
in den drei Herbstmonaten	=101	=5 Erdbeben
- - - Wintermonaten	= 98	=8 -
- - - Frühlingsm.	= 95	=4 -
- - - Sommermonat.	= 75	=3 -

Wenn auch die aus der südlichen Erdhälfte zusam-

mengebrachte Zahl von Erdbeben eigentlich noch zu klein ist, um darauf eine Vergleichung, die Vertrauen verdiente, zu gründen, so ist es doch merkwürdig, daſs selbst aus dieser kleinen Zahl ein Verhältniſs zu den Jahreszeiten sich herausstellt, das dem für die nördliche gefundenen sehr nahe kömmt, und mit diesem wenigstens darin ganz übereinstimmt, daſs die geringste Zahl der Erdbeben jeder Halbkugel in ihre Sommermonate fällt. Ich sage mir wohl, daſs die Abtheilung der Erde bloſs in zwei Hälften für die vorliegende Untersuchung noch zu allgemein ist, indem vielleicht die Eigenthümlichkeit der Jahreszeiten kleinerer Zonen hätten in Betracht gezogen, und daher noch mehrere Unterabtheilungen gemacht werden sollen. Dieser Versuch möchte aber noch aufzuschieben seyn, bis eine gröſsere Reihe von Jahren zur Uebersicht gebracht werden kann.

Auch von den Stunden des Tages, an denen in den letzten zehn Jahren Erdbeben erfolgt sind, habe ich eine Zusammenstellung zu machen versucht. Diese ist indessen weniger ergiebig ausgefallen, als die von den Monaten und Jahreszeiten. Bei vielen der von mir gesammelten Nachrichten von Erdbeben ist die Tageszeit gar nicht, bei anderen nur unbestimmt angegeben, wie: in der Nacht, Morgens u. dergl. Auf die Tageszeit hat die Gegend der Erde, der sie gehört, keinen Einfluſs, da die Eigenthümlichkeit einer jeden für jeden Punkt der Erde dieselbe ist. Diese Zusammenstellung sehe ich auch für ganz unwichtig und für eine bloſse Befriedigung der Neugierde an. Etwas daraus zu schlieſsen, möchte kaum erlaubt seyn; denn, da selbst die Tageszeiten, ja sogar Tag und Nacht auf die gröſseren rein atmosphärischen Erscheinungen, als Wind, Gewitter, Regen u. s. w., einen, gewissen Regeln folgenden, Einfluſs nicht auszuüben scheinen, so darf man wohl annehmen, daſs sie noch weniger einen solchen auf die groſse Erscheinung des Erdbebens haben, dessen Abhängigkeit von atmosphärischen Einflüs-

sen wenigstens noch problematisch ist. In den Jahren von 1821 bis 1830 sind Erdbeben erfolgt.

Morgens.		Abends.	
Von 0 bis 1 Uhr	15	Von 0 bis 1 Uhr	6
- 1 - 2 -	11	- 1 - 2 -	7
- 2 - 3 -	12	- 2 - 3 -	10
- 3 - 4 -	14	- 3 - 4 -	13
- 4 - 5 -	16	- 4 - 5 -	8
- 5 - 6 -	11	- 5 - 6 -	6
Summe	79	Summe	50
Von 6 bis 7 Uhr	6	Von 6 bis 7 Uhr	5
- 7 - 8 -	8	- 7 - 8 -	13
- 8 - 9 -	7	- 8 - 9 -	11
- 9 -10 -	8	- 9 -10 -	10
- 10 -11 -	18	- 10 -11 -	8
- 11 - 0 -	5	- 11 - 0 -	6
Summe	52	Summe	53
Morgenstunden	=131	Abendstunden	=103

Dieser Tafel zufolge fällt nun allerdings eine grofse Mehrzahl der Erdstöfse in die ersten sechs Stunden nach Mitternacht, während sich die Zahl der in jedem der drei übrigen Viertel des Tages erfolgten fast ganz gleich bleibt. Aber die Tafel giebt doch an sich keine streng richtige Uebersicht, da von Erdbeben, die aus mehreren an Einem Tage erfolgten Stöfsen bestanden, immer nur der Zeitpunkt des ersten Stofses in dieselbe eingetragen worden ist.

Ueberdiefs bin ich nicht abgeneigt zu glauben, dafs im Geräusche des Tages manche ganz schwache Erderschütterungen unbemerkt vorübergehen, oder nicht für das, was sie sind, gehalten werden; während sie, in der Stille der Nacht, leise oder gar nicht schlafende Menschen erwecken und aufregen; ja, dafs in dieser Zeit der allgemeinen Ruhe vielleicht mancher Windstofs oder manches Erschüttern ganz anderer Art für Erdbeben ausge-

geben wird. Dieser Gedanke mag vielleicht Manchem barock, und das Gegentheil davon wahrscheinlicher dünken. Man mag auch vielleicht diese zur Verminderung des Werthes des aus der Uebersicht hervorgehenden Ergebnisses gemachte Bemerkung zu ängstlich finden. Aber ich will auch nicht läugnen, dafs ich bei Beobachtungen, welche nicht solider begründet sind als dieses Ergebnifs, sobald auf dieselben Erklärung von Naturerscheinungen gebaut werden soll, lieber zu viel als zu wenig zweifle.

Noch mag ich nicht unerwähnt lassen, dafs bei einer grofsen Zahl von Erdbeben zugleich feurige Erscheinungen in der Atmosphäre wahrgenommen worden seyn sollen, wirkliche Feuerkugeln, plötzliche Lichtblicke, besondere Röthe oder Erleuchtung des Himmels und dergleichen mehr. Aeltere Nachrichten von solchen Erscheinungen bei Erdbeben sind in Menge vorhanden; in neuerer Zeit aber ist mir die Zusammenstellung dieser beiden Erscheinungen nur sehr selten vorgekommen. Es dürfte wohl der Mühe werth seyn, derselben besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

X. *Erdbeben in Basel.*

Aus einem Schriftchen, betitelt: *Ueber die in Basel wahrgenommenen Erdbeben* u. s. w. (Basel 1834), welches mir von seinem Verfasser, Hrn. Peter Merian, Prof. der Physik und Chemie in Basel, vor einiger Zeit gütigst zugestellt worden ist, geht hervor, dafs die Zahl der Tage, an denen in dieser Stadt Erdbeben oder Erdstöfse beobachtet und aufgezeichnet wurden, folgende ist:

im 11. Jahrhundert	3	im 17. Jahrhundert	59
- 14. -	4	- 18. -	24
- 15. -	5	- 19. -	4
- 16. -	23	Summe	122

Nach den Monaten geordnet, stellen sich 118 dieser Tage so:

Jan.	12	April	5	Juli	7	Oct.	11
Febr.	14	Mai	11	Aug.	8	Nov.	14
März	6	Juni	3	Sept.	12	Dec.	15

Das heftigste Erdbeben war das am 18. Oct. 1356 beginnende, wodurch und durch eine hinzugekommene Feuersbrunst 300 Menschen das Leben verloren. Dann die vom 21. Juli 1416, 7. Sept. 1601 und 17. Nov. 1650.

(*P.*)

[redacted]

XI. *Ueber einen Cyclus von zwölf Zwillingsgesetzen, nach welchen die Krystalle der ein- und eingliedrigen Feldspathgattungen verwachsen;*

vom Dr. G. E. Kayser in Berlin.

Die in den verschiedenen Krystallsystemen bisher aufgefundenen Zwillinge sind von der Art, dafs die Ebene, gegen welche beide Individuen des Zwillings symmetrisch liegen, und die ich hier mit dem schon anderwärts gebrauchten Namen, »Zwillingsebene,« bezeichnen will, für die Axensysteme beider Individuen von gleichem und zwar krystallonomischem Werthe ist, d. h. dafs diese Ebene die respectiven Axen dieser Systeme in gleichen, mit dem Grundverhälnifs der Axen rationalen Segmenten schneidet. Nur im ein- und eingliedrigen System, und zwar beim Albit, hat Hr. Prof. Neumann [1]) zwei Zwillingsgesetze aufgestellt, für welche die krystallonomische Abhängigkeit der Zwillingsebenen von den schiefwinkligen Axen, die bei diesem Krystallsystem angenommen werden, unerweislich scheint. Nach der gewöhnlichen Annahme sind nämlich die drei Axen: eine Parallele mit den Seitenkanten der rhomboïdischen Säule gleich der Axe *c*, die lange Diagonale der schiefen Endfläche *P* gleich der Axe *b*, die kurze Diagonale dieser Endfläche gleich der Axe *a*. Von den beiden Zwillingsebenen ist dann die eine eine senkrechte Ebene auf der Axe *c*, die andere eine Ebene, die parallel ist der Axe *c* und senkrecht auf der Axenebene *ac* [2]).

1) Das Gesetz der relativen Stellung etc. Schweigger's Jahrb. d. Phys. u. Chem. 1831, Bd. III S. 453.

2) Ich brauche wohl nicht daran zu erinnern, dafs diese letztere Zwillingsebene nicht zusammenfällt mit der Axenebene *bc*, weil

Diese beiden Fälle, in denen die Zwillingsebenen die angenommenen Axen in irrationalen Verhältnissen schneiden dürften, scheinen der besonderen Beachtung der Krystallographen darum entgangen, weil sie bisher zu isolirt dastanden, und weil die Art und Weise ihres Vorkommens, immer in Verbindung mit einem dritten Gesetz, an ihrer Selbständigkeit einen Zweifel lassen mochte. Die in dem Folgenden zusammengestellten Beobachtungen werden aber zeigen, daſs es bei den ein- und eingliedrigen Feldspathgattungen eine ganze Reihe von Zwillingsgesetzen giebt, deren Zwillingsebenen, analog mit jenen beiden, unkrystallonomische Ebenen sind.

Nachdem ich einige dieser Gesetze aufgefunden hatte, und ihre Zwillingsebenen mit einander und mit dem System der Axenebenen dieser Gattungen verglich, führte mich eine gewisse Analogie zwischen beiden zu der Vermuthung, daſs diese Gesetze Glieder wären eines Cyclus von Gesetzen, welche sowohl unter sich, als mit dem System der Axenebenen in einem sehr genauen geometrischen Verbande ständen, und deren Anzahl, zufolge jener Analogie, mit der Zahl zwölf, unter welchen sich jedoch drei krystallonomische, nämlich die Axenebenen selbst, befinden, geschlossen seyn müsse. Von dieser Analogie geleitet, fand ich neun dieser Gesetze durch die Beobachtung bestätigt. Wenn von den übrigen dreien, die ich nicht beobachtete, und die ich einstweilen jenen neunen als noch unbestätigt angereiht habe, nur irgend eins beobachtet ist, so folgen, vermöge jenes geometrischen Verbandes, die beiden übrigen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daſs unter einer gröſseren Auswahl von Krystallen eins dieser Gesetze sich auffinden lassen werde.

Die gegenwärtige Abhandlung enthält bloſs die über

ja diese nicht senkrecht steht auf der Axenebene *ac*, aber so, daſs die erstere nicht als das Analogon zur gerad angesetzten Endfläche in den übrigen Systemen angesehen werden kann, weil diese ja immer parallel ist wenigstens der Axe *b*.

[redacted]

diese Gesetze angestellten Beobachtungen mit ihren Demonstrationen. Die analytische Behandlung und Begründung dieses Gegenstandes behalte ich mir vor, in einer besonderen Arbeit folgen zu lassen. — Die reichen Sammlungen des Hrn. Medicinalrath Bergemann und des Hrn. Banquier Tamnau hieselbst, deren Benutzung mir die Güte der HH. Besitzer so zuvorkommend gestattete, gaben den Stoff zu diesen Beobachtungen.

Die Ansicht des Hrn. Prof. Weifs, dafs das Wesen des Zwillings bestehe in der symmetrischen Lage seiner Individuen gegen eine Ebene, eben jene Zwillingsebene liegt auch der Darstellung dieser Zwillingsgesetze zu Grunde. Aber eine geometrische Folge der symmetrischen Lage der Individuen gegen eine Ebene ist die symmetrische Lage derselben gegen eine Normale auf dieser Ebene, und da also beiden Elementen jener Ebene und dieser Linie dasselbe Princip zu Grunde liegt, so habe ich mir erlaubt, bald das eine, bald das andere zur Darstellung des Gesetzes anzuwenden, je nachdem das Bedürfnifs der Deutlichkeit es zu fordern schien, indem ich mich zugleich, des kürzeren Ausdrucks wegen, für jene Normale des Namens »Zwillingsaxe« bedient habe. Diese Zwillingsaxe ist übrigens identisch mit derjenigen Linie, welche nach einer anderen bekannten Vorstellungsweise Umdrehungsaxe genannt wird, in sofern nämlich die Umdrehung 180° beträgt, und überhaupt die richtige Linie als Umdrehungsaxe gewählt ist.

I. 1) Die Krystalle des Periklins (Feldspaths von der Saualpe und vom Gotthardt) [1]) finden sich überaus häufig in Zwillingsverwachsung nach einem Gesetz, wel-

1) Breithaupt, Bemerkungen über das Geschlecht der Feldspathe, in diesen Annalen, 1826, Heft 1 S. 88. — Mohs, Grundrifs der Mineralogie, 1824, Th. 2 S. 294.

ches die HH. Professoren Mohs [1]) und Naumann [2]) so aussprechen:

»Die Zusammensetzungsfläche parallel der schiefen Endfläche P, die Umdrehungsaxe parallel der Makrodiagonale derselben.«

Ein nach diesem Gesetz construirter Zwilling zeigt fast dieselben Erscheinungen, als ein Zwilling, der nach einem anderen sehr nahe liegenden Gesetz, welches ich weiter unten aufstellen werde, construirt ist, so dafs es einer sehr genauen Prüfung bedarf, um zu entscheiden, nach welchem von beiden Gesetzen die vorkommenden Zwillinge gebildet sind.

Construirt man nämlich nach dem aufgestellten Gesetz die Gruppe zweier Individuen I und II (Fig. 1 Taf. II), so fallen nach der Umdrehung in der vollendeten Gruppe die Kanten $\frac{M^{I}}{P^{I}}$ und $\frac{M^{II}}{P^{II}}$ nicht auf einander, wie man aus Fig. 2 Taf. II noch deutlicher sieht, wo blofs die beiden Flächen $P^{I}P^{II}$ in ihrer Lage auf einander gezeichnet sind; die Linien $e'f' = \frac{P^{I}}{M^{I}}$ und $e''f'' = \frac{P^{II}}{M^{II}}$, als parallel der respectiven kurzen Diagonalen von P^{I} und P^{II}, müssen einander schneiden. — Wachsen in der Gruppe die Individuen an den freien Stellen zu einander hinüber, so dafs also die Flächen l^{I} mit den Flächen T^{II}, die Flächen T^{I} mit den Flächen l^{II} und die Flächen M^{I} mit den Flächen M^{II} (Fig. 1 Taf. II) zum Durchschnitt kommen, so sind auch diese Durchschnittslinien nicht parallel der correspondirenden Kanten der Individuen: die Kante $\frac{l^{I}}{T^{II}}$ nicht parallel der Kante $\frac{P^{I}}{l^{I}}$ oder $\frac{P^{II}}{l^{II}}$, die

Kante

1) Mohs a. a. O.

2) Naumann, Lehrb. d. Min. 1828, S. 402, und Lehrb. d. Krystallographie, 1829, Th. 2 S. 353.

[redacted]

Kante $\frac{T^{I}}{T^{II}}$ nicht parallel der Kante $\frac{P^{I}}{T^{I}}$ oder $\frac{P^{II}}{T^{II}}$, die Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ nicht parallel der Kante $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ oder $\frac{P^{II}}{M^{II}}$, und es ist daher klar, dafs auch der Neigungswinkel in der Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ nicht gleich seyn kann 173° 22', als dem doppelten Neigungswinkel in der Kante $\frac{P}{M}$, $=86° 41'$.

2) Hr. Prof. Naumann scheint diefs anzunehmen, indem er bei der weiteren Beschreibung dieser Zwillinge an den beiden angeführten Orten mit denselben Worten fortfährt:

»Die brachydiagonalen Flächen (M) des einen Individui bilden mit denen des andern auf der einen Seite einen einspringenden, auf der andern Seite einen ausspringenden Winkel von 173° 22'.«

Zur Berechnung dieses Winkels lege ich die Breithaupt'schen Messungen zu Grunde, da es mir nicht gelungen ist, mefsbare Krystalle zu erhalten. Nach ihnen ist die Neigung von

$$\left.\begin{array}{l} P \text{ zu } T = e = \begin{cases} 65° \; 15' \\ 114 \;\; 45 \end{cases} \\ P \text{ zu } M = b = \begin{cases} 86 \;\; 41 \\ 93 \;\; 19 \end{cases} \\ T \text{ zu } M = \eta = \begin{cases} 59 \;\; 42 \\ 120 \;\; 18 \end{cases} \\ T \text{ zu } l = f = \begin{cases} 59 \;\; 23 \\ 120 \;\; 37 \end{cases} \end{array}\right\} \text{Vergl. Fig. 3 Taf. II}$$

Mit Hülfe einiger Formeln aus der ebenen und sphärischen Trigonometrie findet man:

1) aus η, e, b den Winkel $\Theta = \begin{cases} 58° \; 0' \; 36'' \\ 121 \;\; 59 \;\; 24 \end{cases}$

2) - Θ, e, η - - $\alpha = \begin{cases} 63 \;\; 8 \;\; 17 \\ 116 \;\; 51 \;\; 43 \end{cases}$

3) aus η, b, Θ den Winkel $\delta = \begin{cases} 78^\circ\ 43'\ 15'' \\ 101\ \ 16\ \ 45 \end{cases}$

4) - e, f, δ - - $a = \begin{cases} 68\ \ 31\ \ 33 \\ 111\ \ 28\ \ 27 \end{cases}$

5) - f, a, δ - - $c = \begin{cases} 65\ \ 5\ \ 3 \\ 114\ \ 54\ \ 57 \end{cases}$

6) - den ebenen Dreiecken ACB und ADB

den Winkel $\beta = \begin{cases} 89^\circ\ 13'\ 23'' \\ 90^\circ\ 46\ \ 37 \end{cases}$

Der gesuchte Winkel x in der Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ (Fig. 1 Taf. II) ist ein Neigungswinkel derjenigen dreiseitigen Ecke, welche von den beiden Ebenen M^{I} und M^{II}, und von der gemeinschaftlichen Ebene P gebildet wird. Der in dieser letzteren liegende ebene Winkel ist gleich $180^\circ - 2\beta$, während von den daran liegenden Neigungswinkeln jeder gleich b ist. Aus diesen drei Stücken findet sich:

7) $x = \begin{cases} 6^\circ\ 48'\ 45'' \\ 173\ \ 11\ \ 15 \end{cases}$

wonach also die wirkliche Neigung in dieser Zwillingskante um 10′ 45″ schärfer ist, als der doppelte Neigungswinkel in der Kante $\frac{P}{M}$.

3) Was die Art und Weise betrifft, wie dieses Gesetz in der Erscheinung auftritt, so scheint dasselbe mit der Krystallbildung des Periklin so innig verbunden zu seyn, daſs es fast keinen Krystall giebt, der nicht Spuren dieser Zwillingsbildung an sich trüge. Die Individuen sind nämlich häufiger durch- als aneiander gewachsen, und die Zwillingsbildung giebt sich kund:

a) durch eine doppelte Streifung auf den schiefen Endflächen P beider Individuen;

b) durch oscillatorisches Hervorbrechen von einzelnen Theilen des einen Individui auf den Seitenflächen der Säule, besonders auf M des anderen. Die hervorspringenden Theile bilden auf M^{I} mit ihren M^{II},

[redacted]

auf T^{I} mit ihren l^{II}, auf l^{I} mit ihren T^{II} (Fig. 1 Taf. II) die charakteristischen stumpf aus- oder einspringenden Winkel, welche auch bei den geringsten Spuren dieser Verwachsung durch den Lichtreflex sehr bemerklich sind.

Ad a. An den seltenen einfachen Krystallen findet sich nur eine einfache Streifung der Fläche *P* parallel der Combinationskante von *P* und *T*; an vielen einfach scheinenden, wo nämlich die ad *b* genannten charakteristischen Erscheinungen auf den Seitenflächen der Säule fehlen, was zuweilen vorkommt, findet man häufig auf der Fläche *P* Stücke, die anders gestreift sind, und zwar scheinbar parallel der Combinationskante von *P* und *l* des Hauptindividui. Diese Stücke sind gewöhnlich mit der Hauptfläche so innig verbunden, dafs sich auf den Gränzen oft die Streifung durchkreuzt. Sie gehören aber einem zweiten, nach dem genannten Gesetz mit dem ersten verwachsenen Individuo an, und die Streifung auf ihnen ist nicht parallel der Combinationskante $\frac{P}{l}$ des ersten, sondern $\frac{P}{T}$ des zweiten Individui, welche letztere, wie man aus Fig. 1 Taf. II sieht, nur wenig von dem Parallelismus mit $\frac{P^{I}}{l^{I}}$ abweicht. Man übersieht diese Abweichung um so eher, da beiderlei Streifungen meistentheils grob und nicht sehr geradlinig sind; und, da die eingewachsenen Stücke gegen die Hauptfläche keine scharfe Gränze halten, so hält man, wenn die Erscheinungen auf den Seitenflächen fehlen, beiderlei Streifungen leicht für zufällige Unvollkommenheiten der Fläche *P*, und verkennt den Zwilling. An den nicht seltenen Zwillingen, wo beide Individuen so gegen einander verschoben sind, dafs ihre im Niveau liegenden Flächen *P* eine deutliche Gränze gegen einander zeigen, überzeugt man sich leicht von der Richtigkeit des Gesagten.

Ad b. Die Kanten $\frac{T^{\text{I}}}{T^{\text{II}}}$, $\frac{T^{\text{I}}}{T^{\text{II}}}$, $\frac{M^{\text{I}}}{M^{\text{II}}}$ (Fig. 1 Taf II) der eingewachsenen Stücke mit dem Hauptindividuo sind den correspondirenden Kanten der Individuen nicht parallel, wie oben (I. 1.) gezeigt worden ist. Von diesen drei Zwillingskanten sind die Kanten $\frac{M^{\text{I}}}{M^{\text{II}}}$ fast an allen Zwillingen dieser Art sichtbar, und da gerade die Flächen M^{I} und M^{II} am schärfsten zu einander hinüber wachsen, so läſst sich resp. die Neigung oder der Parallelismus dieser Zwillingskante zu den Kanten $\frac{P^{\text{I}}}{M^{\text{I}}}$ oder $\frac{P^{\text{II}}}{M^{\text{II}}}$ in der Gruppe leicht erkennen. Aus der in der obigen Berechnung No. 7 angegebenen Ecke findet sich aus den Winkeln b, $(180^{\circ}-2\beta)$ und x der Winkel y, welchen diese Zwillingskante $\frac{M^{\text{I}}}{M^{\text{II}}}$ mit der Kante $\frac{P^{\text{I}}}{M^{\text{I}}}$ oder $\frac{P^{\text{II}}}{M^{\text{II}}}$ bildet, nach der Formel:

$$\sin y = \frac{\sin b \sin(180^{\circ}-2\beta)}{\sin x}\ ;\ y = 13^{\circ}\,11'\,32''.$$

4.) Obwohl nun hiernach die Abweichung dieser Kante von dem Parallelismus mit jenen stark genug ist, um selbst bei der Unvollkommenheit, mit welcher die Flächen M fast immer ausgebildet sind, dem bloſsen Auge nicht leicht zu entgehen, so findet man doch bei den meisten, und namentlich bei den schärfer ausgebildeten Krystallen, wo diese Abweichung also um so deutlicher seyn sollte, gerade das Gegentheil, die Kante $\frac{M^{\text{I}}}{M^{\text{II}}}$ ist augenscheinlich parallel den Kanten $\frac{P^{\text{I}}}{M^{\text{I}}}$ und $\frac{P^{\text{II}}}{M^{\text{II}}}$, und wo eine Abweichung stattfindet, läſst sich aus der Unvollkommenheit der Flächen M^{I} und M^{II} diese viel ungezwungener auf den Parallelismus, als der undeutliche Parallelismus auf

[redacted]

jene Abweichung von 13° 11¼′ zurückführen. Es hat auch Hr. Mohs im Einklange mit dieser Beobachtung, aber im Widerspruch mit der aus seinem Gesetz folgenden Neigung dieser Zwillingskante, dieselbe in der Zeichnung Fig. 90 Taf. VI des zweiten Theiles seines Lehrbuchs parallel gezogen mit $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ und $\frac{P^{II}}{M^{II}}$.

Dieser Widerspruch der Beobachtung gegen die Folgerung aus dem aufgestellten Gesetz berechtigt zu einem starken Zweifel daran, ob die vorhandenen Zwillinge nach diesem Gesetz gebildet sind, und fordert zu der Untersuchung auf, ob sich aus den an ihnen zu beobachtenden Merkmalen ein anderes, diesen Merkmalen entsprechendes Gesetz ableiten lasse. Es sind aber diese Merkmale folgende:

a) Die Flächen *P* beider Individuen coincidiren mit einander.

b) Die Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ ist parallel den Kanten $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ und $\frac{P^{II}}{M^{II}}$, oder den kurzen Diagonalen von P^{I} und P^{II}.

c) In Folge der ein- oder ausspringenden Neigung von $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ liegen resp. die scharfen oder stumpfen Kanten $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ und $\frac{P^{II}}{M^{II}}$ an den entgegengesetzten freien (nicht verwachsenen) Stellen der Individuen; endlich:

d) die doppelte Streifung auf den Flächen *P* des Zwillings.

Diesen vier Bedingungen zu gleicher Zeit entspricht, ich glaube eine ausführlichere Entwicklung übergeben zu dürfen, nur *ein* Gesetz, und zwar dasjenige,

dessen Zwillingsaxe nicht die lange Diagonale der Fläche *P*, sondern diejenige Gerade in der Fläche *P* ist, welche senkrecht steht auf der kurzen Diagonale.

Dieses Gesetz wäre es also, nach dem die vorkommenden Zwillingsgruppen gebildet sind. Eine hiernach construirte Gruppe zeigt Fig. 4 Taf. II, in welcher man leicht jene vier Bedingungen erkennen wird. Uebrigens ist es klar, dafs für diese Gruppe nun jene Bemerkung gelte, welche Hr. Naumann für das andere Gesetz aufgestellt hat, dafs nämlich der Winkel in der Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ $=173^{\circ}\ 22'$ sey, als dem doppelten in der Kante $\frac{P}{M}$ $=86^{\circ}\ 41'$.

Ob nun neben diesem Gesetz auch das von den HH. Mohs und Naumann aufgestellte, welches die lange Diagonale von P als Zwillingsaxe setzt, beim Periklin oder bei einer der übrigen ein- und eingliedrigen Gattungen der Feldspathfamilie existire, wird nur dadurch entschieden werden können, ob sich jene mehr erwähnte Neigung von $13^{\circ}\ 11'\frac{1}{2}$ mit Schärfe wird nachweisen lassen; denn sie bliebe das einzige Mittel, die nach diesen beiden Gesetzen gebildeten Zwillinge streng von einander zu unterscheiden. So viel Krystalle ich hierüber verglichen, fand ich, bis auf einen einzigen, den ich weiter unten (VI. 1.) ausführlich beschreiben werde, stets die Annäherung jener Kante an den Parallelismus mit der Kante $\frac{P}{M}$ ohne Vergleich überwiegend, nicht selten vollkommenen Parallelismus.

II. 1) Dieses Zwillingsgesetz findet sich nicht nur an den Krystallen des Periklin vom Gotthardt, von der Saualpe und den übrigen Fundorten, sondern auch an den Krystallen einer Varietät des Feldspaths von Arendal, von seifenartigem Ansehen und von einer schmutzig grünlich oder röthlich graugelben Farbe. Eine Beschreibung der Krystallformen dieses Fossils, welches Hr. Professor Breithaupt nur in derben Stücken vor sich hatte,

und es Oligoklas [1]) nannte, ist meines Wissens noch nicht bekannt geworden; ich erlaube mir in dieser Rücksicht auf die Beobachtungen zu verweisen, die ich über eine ganze Reihe dieser Formen in der »Beschreibung der Mineraliensammlung des Hrn. Medicinalrath Bergemann zu Berlin. Erste und zweite Abtheilung,« S. 54, zusammengestellt habe.

2) Die Krystalle dieses Fossils kommen häufig in den Formen des gemeinen Feldspaths und mit derselben Mannigfaltigkeit der Flächen vor, so dafs sie diesen, wenn man von den Winkelunterschieden absieht, bis zum Verwechseln ähnlich werden. Dann giebt die Zwillingsbildung nach jenem Gesetz, welche beim Oligoklas fast eben so häufig ist, als beim Periklin, das schärfste Unterscheidungszeichen. Eine nach diesem Gesetze gebildete Zwillingsgruppe von Feldspathindividuen müfste nämlich ganz andere Erscheinungen darbieten, selbst wenn man annähme, was die neueren Messungen zu fordern scheinen [2]), dafs das System des Feldspaths gleich dem vom Hrn. Prof. Mitscherlich [3]) entdeckten siebenten Krystallsystem wäre, so dafs die Ebenen *P* auf der Axenebene *ac* senkrecht, die Axenebene *bc* aber schief gegen *P* und die Axenebene *ac* steht; denn aus dieser Annahme folgt, wenn man die Gruppe nach dem (I. 4.) aufgestellten Gesetz construirt — um nur einige Momente herauszuheben — zufolge der Rechtwinkligkeit der Ebenen *P* und *M*, dafs die Flächen *M* beider Individuen parallel liegen, dafs also gar kein ein- oder ausspringender Winkel auf diesen Flächen in der Zwillingsgruppe sich finden kann; es folgt ferner leicht, dafs die

1) Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspathgrammits etc. In diesen Annalen, 1828, St. 2, S. 258.

2) Naumann, Lehrbuch der Mineralogie, 1828, Seite 397.

3) Ueber eine neue Klasse von Krystallformen. In diesen Annalen, 1826, S. 427.

Kanten der Säule des einen Individui parallel liegen müssen denen des andern, dafs also auch die Säulenflächen *T* und *l* beider Individuen der Gruppe nicht in einer Querrichtung gebrochen erscheinen können.

III. 1) Beim Periklin vom Gotthardt und von Pfunders, so wie beim Oligoklas findet sich auch nicht selten das für jenen auch schon anderweit [1]) aufgestellte gewöhnliche Zwillingsgesetz des Albits, welches sich auf die Normale der Fläche *M* oder der Axenebene *ac* als Zwillingsaxe bezieht. Die Erscheinungsweise dieses Gesetzes ist hier theils gerade so wie beim Albit, indem nämlich in einem Individuo, welches vorherrscht, das andere nur in dünnen Lamellen wie eingekeilt erscheint, theils aber sind auch beide Individuen von gleicher Ausdehnung und dann an einander gewachsen, so dafs die Gruppe aus zwei Krystallhälften zu bestehen scheint. Dabei dürfte der Umstand bemerkenswerth seyn, dafs, während man beim Albit fast nie die Seite zu sehen bekommt, an der die Flächen *P* beider Individuen den ausspringenden Zwillingswinkel bilden, wogegen der einspringende Winkel immer an dem freien Ende liegt, beim Periklin und Oligoklas beide Fälle gleich häufig vorkommen.

2) Die auf diese Weise zwillingsartig verbundenen Individuen befinden sich nun aber in der Regel schon selbst in Zwillingsverwachsung mit zweien anderen Individuen, welche mit ihnen nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklins, das sich auf die Normale der kurzen Diagonale von *P* in *P* bezieht, verbunden sind. Ich habe mir in dieser Arbeit nicht die Aufgabe gestellt, alle die Gesetze aufzusuchen, nach welchen in einer Vierlingsgruppe, wie die eben bezeichnete, oder in einer ähnlichen, je zwei Individuen mit einander verbunden sind; aber ich erlaube mir, zu dem theoretisch schon längst [2])

1) Naumann, Lehrbuch der Mineralogie, S. 401.

2) Burhenne, zur Theorie und erweiterten Kunde der Zwillings-

[redacted]

aufgestellten Satze: »dafs alle die Zwillingsstellungen, welche in einer solchen Gruppe geometrisch erkannt würden, auch als krystallgesetzlich anerkannt werden müssen,« die practische Bemerkung, dafs schon durch die blofse Beobachtung dergleichen Zwillingsstellungen als krystallonomische aufgefafst werden müssen, wenn man berücksichtigt, wie überall mehr oder weniger deutlich zu beobachten ist, dafs die Individuen sich gegenseitig durchdringen und durchwachsen. Denn da bei solcher Durchwachsung jedes Individuum mit jedem in unmittelbare Berührung kommt, so fällt das Stellungsverhältnifs von irgend je zweien ohne Unterschied in den Kreis der Beobachtung, und diese darf keins derselben, als ein solches, dem sich die übrigen unterordneten, vorziehen, und es mit Vernachlässigung der übrigen für sich betrachten. In den Fällen aber, wo nur Aneinanderwachsung der Individuen stattfindet, hindert nichts, aus der Analogie Durcheinanderwachsung anzunehmen, da ja diese nur von der relativen Ausdehnung der Individuen abhängt. Es scheint aber die Natur durch die seltene Ausbildung der Extreme dieser Verwachsungsarten, der vollkommenen Aneinanderwachsung in einer Ebene und der vollkommenen Durchwachsung, schon selbst angedeutet zu haben, dafs in diesen Phänomenen nicht das Wesen der Zwillingsbildung ausgedrückt ist, sondern dafs es, wie diefs Hr. Dr. Burhenne a. a. O. auch schon ausgesprochen, lediglich die gegenseitige geometrische Stellung der Individuen ist, welche hierin betrachtet werden mufs, und welche in der äufsern physikalischen Erscheinung auf diese oder jene Weise modificirt auftreten kann. — Ich habe diese Bemerkung weitläufiger, als es an dieser Stelle nothwendig scheinen möchte, ausgeführt, um mich im Folgenden, wo ich ihrer öfters bedarf, kurz darauf zurück beziehen zu können.

stellungen zunächst im regulären System. In diesen Annalen, 1829, St. 1.

IV. 1) Diese gegenseitige Durchdringung verschiedener Individuen nach verschiedenen Gesetzen findet sich beim Labrador sehr häufig, und hier auch namentlich an derben Stücken, wie diefs ebenfalls schon anderweit beobachtet ist [1]). Die Bergemann'sche Sammlung zählt mehrere schöne Exemplare dieser Art, und Hr. Dr. Köhler hat mir erlaubt, von einem in dieser Beziehung ausgezeichneten Stücke für diese Notizen Gebrauch zu machen. Das Stück ist von bläulich dunkelgrauer Farbe, ohne Farbenspiel, aus einem Geschiebe der hiesigen Gegend so geschlagen, dafs die Flächen M (vergl. die Handzeichnung Fig. 5 Taf. II) eines Individui I die Hauptflächen einer dicken Tafel bilden, deren zwei parallele Randflächen durch die Flächen P desselben Individui gebildet werden. Dafs diese die Flächen P, und jene Tafelflächen $=M$ sind, entscheidet sich bald durch ihre physikalische Beschaffenheit; jene zeigen starken Perlmutterglanz, diese nur Glasglanz. Eine dritte schiefe Randfläche der Tafel, von schimmerndem Ansehen, ziemlich eben, entspricht in ihrer Lage einer Fläche T desselben Individui, und zeigt auch Spuren eines wenig blättrigen Bruchs. Die vierte, dieser letzteren gegenüberliegende, Randfläche entspricht, nach ihrer Lage zu den angränzenden Randflächen und mit ungefährer Uebereinstimmung des Neigungswinkels gegen dieselben, der Fläche x desselben Individui I; sie zeigt aber vollkommenen Perlmutterglanz und ihr parallel vollkommen blättrigen Bruch, so dafs sie nur einem Individuo II, als dessen Fläche P, angehören kann. Dieses Individuum II befindet sich dann, da seine Fläche M mit M vom ersten vollkommen im Niveau liegt, zu diesem in derjenigen Stellung, welche die Individuen in den Carlsbader Feldspathzwillingen gegen einander einnehmen. Das Individuum I nimmt mit seiner unteren Fläche M (nach der

1) Naumann, Lehrbuch der Mineralogie, S. 406.

Zeichnung Fig. 5 Taf. II) die untere Tafelfläche fast ganz ein, und greift auch theilweis noch klammerartig über das P des Individui II, nach Art der Carlsbader Zwillinge, über. Auf der oberen Tafelfläche M ist dagegen eine, wenn auch unregelmäfsige, Gränze beider Individuen I und II bemerkbar, so dafs also die Ms beider zur Bildung dieser Tafelfläche contribuiren. Die übrigen Randstellen der Tafel sind durch unebenen Bruch unregelmäfsig begränzt.

2) Sowohl auf der oberen (Fig. 5 Taf. II) und unteren Tafelfläche M (Fig. 6 Taf. II), als auf den drei Randflächen P^{I}, P^{x}, P^{II}, so wie auf den kleinen Randflächen P^{x}, mit welchen das Individuum I über P^{II} übergreift, zeigt sich nun eine eigenthümliche Erscheinung, welche ich durch die dunkeln und lichten Streifen in Fig. 5 und 6 habe andeuten wollen. Wenn man nämlich das Stück ein wenig dreht, so erhellen und verdunkeln sich abwechselnd bald die einen, bald die andern dieser Streifen durch den Lichtreflex. Die abwechselnden Streifen sind die Durchschnittsflächen zahlreicher Lamellen von drei neuen Individuen III, IV, V, welche mit den vorherrschenden I und II zwillingsartig verbunden sind, und es gehören auf diese Weise die dunkeln Streifen auf den Flächen P^{I} (Fig. 5 und 6) zum Individuo III, welches mit dem Individuo I nach dem gewöhnlichen Gesetz des Albits verbunden ist; die dunkeln Streifen auf der Fläche P^{II} (Fig. 5) gehören zum Individuo IV, welches nach demselben Gesetz mit dem Individuo II verbunden ist; die dunkeln Streifen endlich auf den Flächen M^{I} (Fig. 5 und 6) gehören dem Individuo V an, welches mit dem Individuo I nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verbunden ist. — Dieselben dunkeln Streifen reichen nun aber auch über die Gränze zwischen dem Individuo I und dem Individuo II (Fig. 5), und dringen in die Masse des letzteren ein, so dafs schon die blofse Beobachtung dieses Uebergreifens

fordert, auch die Zwillingsstellung zwischen den Individuen V und II anzuerkennen. (Vergl. III. 2.)

3) Durch Beobachtung einer grofsen Anzahl von Stücken habe ich mich davon überzeugt, dafs diese bandartige Streifung allmälig in die allerfeinste Liniirung übergeht, und dafs das parallel gestrichelte Ansehen der Flächen bei so vielen Stücken des Labradors eine directe Folge ist von der eben beschriebenen Zwillingsstructur dieser Stücke. Die Erscheinung wird sehr eklatant an manchen Stücken des farbenspielenden Labradors, wenn die changirenden Flächen angeschliffen sind. Man bemerkt sehr auffallend zwischen den farbigen Stellen dunkle, parallele, mehr oder weniger breite Streifen, auf denen erst die Farben sichtbar werden, wenn man die Richtung der Fläche ändert, wo dann sie farbig werden, während die übrigen Stellen sich verdunkeln.

V. Die bekannte, so häufig bei den Sibirischen Albitkrystallen (von Miask, Keraebinsk [1]) und Nertschinsk [2])), auch bei denen vom Gotthardt und aus der Dauphinée, vorkommende Zwillingscombination von drei oder vier Individuen nach drei verschiedenen Gesetzen darf ebenfalls als ein Beispiel gegenseitiger Durchdringung der Individuen nach verschiedenen Gesetzen angesehen werden.

1) Es wird diese Combination gewöhnlich unter dem Bilde aufgefafst, dafs von den vier Individuen dieser Gruppe zwei und zwei nach dem gewöhnlichen Gesetz des Albit, und diese beiden Partialzwillinge dann, sich wie einfache Individuen verhaltend, nach dem Gesetz der Carlsbader Zwillinge mit einander verbunden seyen. Diese Vorstellung, welche, wie man sieht, aus dem Habitus der Gruppe entnommen ist, widerspricht dem, was oben

1) G. Rose, Ueber den Feldspath, Albit etc. In diesen Annalen, 1823, St. 2 S. 191.

2) Neumann, das Gesetz der relativen Stellung etc. Schweigger's Jahrbuch für Physik und Chemie, 1831, Bd. III S. 453.

(III. 2.) im Allgemeinen über die Combinationen mehrerer Individuen nach verschiedenen Zwillingsgesetzen gesagt ist, indem man, wenn die Natur wirklich dieser Vorstellung gemäfs bei der Bildung dieser Vierlingsgruppe verfahren wäre, Anstand nehmen möchte, die Stellung jedes der vier Individuen zu jedem von gleichem krystallgesetzlichen Werthe zu betrachten. Hr. Prof. Neumann führt sogar eine Beobachtung an, welche diese Vorstellung zu rechtfertigen scheint; er sagt nämlich in der mehr erwähnten Abhandlung, »dafs diese Partialzwillinge in der gemeinschaftlichen Fläche *M* immer so lose, gleichsam nur an einander gelegt seyen, dafs sie durch den leichtesten Schlag von einander gespalten werden könnten,« — und auf diese Beobachtung gestützt, scheint er daran zu zweifeln, ob es zulässig sey, aus solcher Gruppe die Gesetze aufzustellen, nach welchen die einzelnen Individuen des einen Zwillings mit den einzelnen des anderen verbunden seyen. — Unter den Vierlingsgruppen, welche ich Gelegenheit hatte zu beobachten, waren allerdings einige von der Art, wie sie Hr. Neumann vor Augen gehabt hat; in sehr vielen aber fand ich die Vereinigung der Partialzwillinge eben so innig als die der Individuen in diesen Partialzwillingen. Eine zweite Beobachtung dagegen dürfte jenen Zweifel ganz beseitigen. Ich fand nämlich beim Zerschlagen eines Partialzwillings aus einer solchen Gruppe, wie sie Hr. Neumann beschrieben, in den Individuen fest eingewachsene Lamellen, welche ungefähr in der Richtung der Flächen *x* dieser Individuen den vollkommen blättrigen Bruch der Fläche *P* deutlich zeigten, so dafs also diese Lamellen ohne Zweifel zu einem der Individuen des andern Partialzwillings gehören mufsten, wenigstens gleiche Lage mit ihm hatten, also gleichsam die Glieder waren, mit welchen die Individuen des einen in die des andern Partialzwillings eindrangen, gerade wie diefs oben beim Labrador (IV. 2.) schon angeführt ist. Hieraus ist klar,

dafs auch in diesen Gruppen die drei vorhandenen Zwillingsgesetze einander nicht als subordinirt, sondern als coordinirt betrachtet werden müssen. (Vergl. III. 2.)

2) Im Verlauf jener Abhandlung stellt Hr. Neumann, ohne Rücksicht auf jenen Zweifel, die drei Gesetze dieser Gruppe auf. In der Handzeichnung Fig. 7 Taf. II, welche diese Vierlingsgruppe darstellt, ist die hypothetische Fläche $k = (a : \infty b : \infty c)$ der leichteren Uebersicht wegen für *T* und *l* gezeichnet. Die Zwillingsebenen dieser drei Gesetze sind hiernach: die Fläche *M* für die beiden Zwillingsgruppen I und II, III und IV; eine Ebene, die senkrecht steht auf der Axe *c*, für die beiden Zwillingsgruppen I und IV, II und III; eine Ebene, die parallel der Axe *c* und senkrecht ist auf der Fläche *M*, für die beiden Zwillingsgruppen I und III, II und IV. Hieraus folgen die entsprechenden Zwillingsaxen: die Normale auf der Fläche *M*, die Krystallaxe *c* selber und die Senkrechte auf der Axe *c*, die zugleich in der Axenebene *ac*, oder der Fläche *M* parallel liegt.

Nachdem Hr. Neumann jene drei Zwillingsebenen, als durch die Stellung der Individuen geometrisch geforderte, schon anerkannt, auch die erste und dritte stillschweigend zugegeben, erhebt er gegen die Zulässigkeit der auf der Axe *c* senkrechten Ebene als Zwillingsebene einen Zweifel, und zwar aus dem Grunde, weil in diesen Vierlingsgruppen niemals die Individuen, welche zu dieser Zwillingsebene gehören (in Fig. 7 Taf. II die Individuen II und III, I und IV) mit einander in Berührung kämen. So nämlich, wie die Gruppe in der Zeichnung dargestellt sey, wo die beiden einspringenden Winkel, welche durch die Flächen *P* in den beiden Partialzwillingen gebildet werden, an ein und demselben Ende der Gruppe liegen, würde dieselbe niemals beobachtet, sondern immer so, dafs der einspringende Winkel des einen und der ausspringende des andern Partialzwillings an demselben Ende der Gruppe liege, wo dann die vier

[redacted]

Individuen, welche zu jener Zwillingsebene gehören, immer die abwechselnden in der Gruppe sind.

3) Zu dem, was hierüber schon oben (III. 2.) im Allgemeinen aufgestellt ist, füge ich noch folgendes Specielle hinzu:

a) Gruppen, die blofs aus drei oder vier deutlich gesonderten Individuen bestanden hätten, d. i. solche, in denen sich die Zwillingsbildung zwischen den Individuen I und II oder III und IV nicht öfter wiederholt hätte, wie solche Hr. Neumann vor sich gehabt hat, habe ich nicht beobachtet. Immer waren dieselben aus vielen einzelnen, unregelmäfsig ausgedehnten Lamellen zusammengesetzt; dagegen konnte ich oft genug unterscheiden, dafs in den beiden Partialzwillingen I II und III IV diejenigen Stücke in der Breite vorherrschten, deren Flächen *P* an demselben Ende der Gruppe die beiden einspringenden Winkel bildeten, wogegen die anderen Stücke nur als mehr oder weniger dünne Blätter auftraten, so dafs also der Habitus der ganzen Gruppe analog der Zeichnung war, in welcher die beiden mittleren sich berührenden Individuen die Axe *c* als Zwillingsaxe oder die auf ihr senkrechte Ebene als Zwillingsebene haben. Ferner war es

b) in mehreren Fällen sehr deutlich, dafs ebensowohl das Individuum II als das Individuum I, oder ihm parallele Stücke, an der Zwillingsgränze gegen das Individuum III mit diesem zusammen traten, so dafs also in diesen Fällen beiderlei Verwachsungen, die nach der Axe *c* und die nach der Senkrechten auf *c* in der Axenebene *ac* der Beobachtung sich unmittelbar darboten.

c) Endlich zeigt die ad V. 1. aufgestellte Beobachtung an einem zerbrochenen Partialzwilling solcher Gruppe, dafs die Individuen des einen mit beiden des an-

dern nicht blofs in unmittelbarer Berührung, sondern in fester Verwachsung angetroffen werden.

Diese drei Beobachtungen scheinen hinreichend, jenen Zweifel an der Realität des in Rede stehenden Zwillingsgesetzes aufzuheben.

4) Wenn man in den drei Zwillingsgruppen, welche nach den drei in dieser Vierlingsgruppe enthaltenen Gesetzen gebildet sind, die Lage des blättrigen Bruchs parallel *T* untersucht, so wird man finden, dafs in der Zwillingssäule, welche von je zweien Individuen gebildet wird, der blättrige Bruch parallel *T* nur nach Einer Richtung die ganze Gruppe durchsetzt für den Fall, dafs sich das Zwillingsgesetz auf die Axe *c* oder deren normale Ebene bezieht; dafs aber dieser Blätterbruch nach zwei Richtungen die Gruppe durchsetze, wenn sie nach den beiden andern Gesetzen gebildet ist. Diese physikalische Differenz ist es besonders, welche die beiden Zwillinge, deren Zwillingsaxe die Axe *c* und die auf ihr senkrechte in der Axenebene *ac* ist, in sofern sie für sich vorkämen, leicht und mit Sicherheit würde unterscheiden lassen. — Beiläufig bemerke ich hier, dafs eben diese Differenz darüber entscheiden würde, ob die Carlsbader Feldspathzwillinge, bei welchen bekanntlich die Krystallographen in der Wahl der Zwillingsaxe oder Zwillingsebene von einander abweichen, auf eine Zwillingsaxe bezogen werden müssen, welche parallel der Krystallaxe *c* oder der Krystallaxe *a* (falls das System auf rechtwinkligen Axen beruht) ist. Meine Beobachtungen und Versuche hierüber haben noch zu keinem sicheren Resultat geführt.

5) Hr. Prof. Mohs sagt bei Gelegenheit der Beschreibung der Zwillinge des Albits [1]) nach dem Gesetz, welches sich auf die Axe *c* bezieht:

»Zusammensetzungsfläche parallel einer Fläche $\mathrm{P}\bar{\mathrm{r}}+\infty$ (*M*), Umdrehungsaxe senkrecht auf $\mathrm{P}\breve{\mathrm{r}}+\infty$ *oder* parallel

1) Grundrifs der Mineralogie, Th. 2 S. 293.

rallel der Combinationskante zwischen $P\bar{r}+\infty$ und $\breve{P}r+\infty$.«

$\breve{P}r+\infty$ ist die oben angenommene Fläche *k*, oder die ihr parallele Axenebene *bc*, während die angegebene Combinationskante parallel der Axe *c* ist. Die Drehung um *c* und um die Normale auf der Axenebene *bc* geben aber eben so wenig beim Albit, als einem auf schiefwinkligen Axen beruhenden System, als beim Feldspath selbst, wie eben angedeutet ist, zum Resultat ein und dieselbe Zwillingsgruppe, was doch in der angeführten Stelle behauptet wird. Bei der Drehung um jene Normale werden sowohl die Axen *c* als die Axen *b* beider Individuen in der Gruppe parallel, welches letztere bei der Drehung um *c* gar nicht der Fall ist; und die Flächen *M*, welche bei der Drehung um *c* in der Gruppe parallel liegen, schneiden sich bei der Drehung um die Normale auf *bc*.

Dieses Zwillingsgesetz, welches Hr. Mohs also irrthümlich mit jenem, welches sich auf die Axe *c* bezieht, für identisch hält, gehört mit zu dem Cyclus von Gesetzen, von dem ich Eingangs dieser Abhandlung sprach. Es ist meines Wissens bei den ein- und eingliedrigen Feldspathen noch nicht beobachtet, und ich habe es nicht entdecken können, wiewohl ich geflissentlich danach suchte.

(Schlufs im nächsten Heft.)

XII. *Wiederholung der Sternschnuppen-Erscheinung von* 1833 *im Jahr* 1834.

Das dreimalige Erscheinen eines so aufserordentlichen meteorischen Phänomens, wie das im vorigen Bande der Annal. S. 189, beschriebene, nicht nur fast an demselben Tag im Jahre, sondern auch zwei Jahre hinter einander, mufste wohl unwillkührlich die Vermuthung erregen, dafs sich auch im Jahr 1834 ein ähnliches zeigen werde. Wirklich ist diefs der Fall gewesen, aber nicht in der Nacht vom 11. zum 12. Nov., wie 1799, oder in der vom 12. zum 13. Nov., wie 1832 und 1833, sondern wiederum eine Nacht weiter, in der vom 13. zum

14. Nov. Prof. Olmsted, zu New-Haven, der Berichterstatter vom letzten Phänomen, ist so glücklich gewesen, beides, die Wiederkehr und die Fortrückung, zu beobachten. Er blieb mit einigen seiner Amtsgenossen und mit mehren Studenten die Nacht vom 13. zum 14. Novemb. (1834) über auf, und hatte die Freude, das Phänomen wirklich um 1 Uhr Morgens eintreten und 60 Minuten lang in der Hauptsache ganz so wie i. J. 1833 andauern zu sehen. Hr. O. — so heiſst es in einem Zeitungsartikel — berichtet in einer besonderen Mittheilung über dieſs merkwürdige Phänomen, daſs des Mondscheins wegen nur die gröſseren und glänzenden leuchtenden Körper sichtbar gewesen sind. Die Zahl derselben war kleiner, als im vorigen Jahr, konnte aber dieselbe beinahe erreichen. Etwa 4 Minuten nach 1 Uhr fingen sie an häufiger zu erscheinen. Zuerst ward eine Feuerkugel von ungewöhnlicher Gröſse, gleichsam als ein Signal, sichtbar. Von dieser Zeit an erschienen mehre, und sanken, in ziemlich bestimmten Zwischenräumen, zur Erde nieder, was so lange dauerte, bis der Tagesanbruch schon ziemlich weit vorgerückt war. Sie schienen, wie früher, aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte zu strahlen, und dieser Mittelpunkt lag abermals im Sternbilde des *Löwen*.

Zufolge einer andern Zeitungsnachricht hat sich das Phänomen auch in unserer Hemisphäre gezeigt, aber minder intensiv und ohne den merkwürdigen Umstand eines festen Radiationspunkts. Ein Hr. v. Baratta zu Budischau in *Mähren* sah nämlich am 14. Nov. (1834) früh $4\frac{1}{2}$ Uhr, als er in einem offenen Jagdwagen in nördlicher Richtung fuhr, häufig Sternschnuppen fallen. Oft fielen zwei bis drei zugleich, und wenigstens vergingen keine fünf Minuten, daſs nicht eine oder mehre sichtbar gewesen wären. Einige waren so stark, daſs sie ungeachtet des hellen Mondscheines eine Blitzähnliche Beleuchtung gaben und wie Raketen helle Schweiſse hinterlieſsen. Noch nach 7 Uhr, bei Tagesanbruch, waren solche Sternschnuppen sichtbar. Sie fielen theils senkrecht, theils mehr oder minder schräg herab, sowohl fast vom Zenith aus, als von andern, dem Horizonte näher gelegenen Stellen, doch, wie eigends bemerkt wird, entsann sich Hr. v. B. nicht, daſs das Phänomen wie das amerikanische einen festen Ausstrahlungspunkt gehabt hätte.

XIII. *Ueber einige eigenthümliche Verbindungen der Doppelcyanüre mit Ammoniak;*

vom Dr. R. Bunsen in Göttingen.

Der Gegenstand der nachstehenden Arbeit umfafst eine Reihe von Verbindungen, welche das Ammoniak mit einigen Doppelcyanmetallen einzugehen die Eigenschaft besitzt. Dieselben beschränken sich vorzugsweise auf diejenigen Metalle, deren Oxyde die Rolle einer Säure gegen das Ammoniak spielen, oder mindestens die eine vorherrschende Neigung besitzen, mit diesem Körper Tripelverbindungen einzugehen. Mit Kupfer, Zink, Nickel, Quecksilber etc. habe ich diese Körper erhalten, während indessen wieder andere Metalle, welche doch jene Eigenschaften in einem hohen Grade besitzen, wie z. B. das Silber, nicht im Stande zu seyn scheinen ähnliche Tripelsalze zu bilden. Ich lasse es dahin gestellt seyn, ob diese Verbindungen als denen sich anreihend betrachtet werden müssen, welche ein grofser Theil der Sauerstoffsalze mit dem Ammoniak einzugehen im Stande ist, wenn man sie in diesem Gase erhitzt, und die als Verbindungen zweier basischer Salze anzusehen sind. Gegen eine solche Betrachtungsweise würde in sofern nichts einzuwenden seyn, als das Cyan ganz dieselbe Rolle in diesen Körpern spielt, wie der Sauerstoff in den Sauerstoffsalzen. Der Wassergehalt erreicht bei einigen dieser Körper die Menge, welche den neutralen Ammoniaksalzen zukommt; bei anderen nicht. Nie aber ist es hinreichend, um das Doppelcyanmetall in ein cyanwasserstoffsaures Salz umzuändern.

Ehe ich zu der speciellen Beschreibung dieser Salze übergehe, wird es nöthig seyn einige Worte über die

Methoden voranzuschicken, deren man sich bedienen
kann, um die Analyse diese[illegible] ist so glucklich ge[illegible]llen.
In den meisten Fälle[illegible] die Fortrückung, zu beob-
[illegible]n seiner Amtsgenossen und
tritt der Luft zu glühen. [illegible]cht vom 13. zum 14. No-
Wassers, Cyans und Am[illegible] hatte die Freude, das Phä-
glimmen sie sehr leicht [illegible] ohne Weiterd 60 Mi-
stützung der Wärme mit einem zischenden Geräusche wie Feuerschwamm.

Wo die Glühhitze vermieden werden muſs, ist die Anwendung der concentrirten Schwefelsäure zu ihrer Zersetzung der der Salpetersäure vorzuziehen, welche letztere meistens einen groſsen Aufwand an Zeit und Material erfordert, während die Schwefelsäure noch unter ihrem Kochpunkt die Zersetzung dieser Körper in wenigen Augenblicken bewirkt. Man hat bisher geglaubt, daſs eine vollständige Zersetzung erst dann eintrete, wenn die zu untersuchende Substanz bis zur völligen Verjagung der Schwefelsäure erhitzt würde — ein Irrthum, der selbst in Rose's analytisches Werk mit übergegangen ist, und der wahrscheinlich dem Umstande seine Entstehung verdankt, daſs das gebildete neutrale schwefelsaure Eisenoxyd als ein weiſses, in der Säure unauflösliches Pulver, das dem unzersetzten Cyaneisen im Aeuſsern sehr ähnlich ist, zu Boden fällt.

Bekanntlich lösen sich die Doppelcyanmetalle in concentrirter Schwefelsäure auf, ohne zersetzt zu werden. Erhitzt man aber diese Auflösungen, so findet eine heftige Gasentbindung statt, und die in der Verbindung enthaltenen Metalle werden sämmtlich in schwefelsaure Salze umgeändert, ohne daſs dabei eine Spur von Cyan oder Blausäure frei wird. Denn leitet man die sich entwickelnden Gasarten in Aetzammoniak, so wird dieses eben so wenig gebräunt, als sich überhaupt ein Geruch nach Blausäure bemerken läſst. Es absorbirt dabei die sich in bedeutender Menge entwickelnde schweflichte Säure. Wird es so lange mit braunem Bleihyperoxyd versetzt,

[redacted]

bis dieser Körper durch Umänderung in schwefelsaures Bl[illegible] verliert, so findet man in [illegible] ätende Menge Kohlensäure,

XIII. Ueber einige eig[illegible] der Doppelcyanür[illegible]

[illegible] entweicht. Das vom Am[illegible]menge giebt sich als Stick- [illegible] kohlenoxydgas [illegible] einer näheren Prüfung zu erkennen. Da gleiche Volúmina von Kohlensäure und Kohlenoxydgas gleiche Mengen Kohlenstoff enthalten, so würde diefs Verhalten der Doppelcyanüren das einfachste und sicherste Mittel abgeben, ihren Cyangehalt aus dem entwickelten Gasvolum zu bestimmen, wenn nicht zugleich noch eine kleine Menge Ammoniak gebildet würde, das als schwefelsaures Salz zum Theil überdestillirt, zum Theil in der Schwefelsäure zurückbleibt. Ich habe es indessen überhaupt nicht für nöthig gehalten die Menge des Cyans in den unten beschriebenen Verbindungen durch einen Versuch zu ermitteln, da aus ihrem Verhalten gegen Säuren und Alkalien zur Genüge hervorgeht, dafs die Metalle in ihnen mit derselben Menge Cyan verbunden sind, wie in den einfachen Cyanverbindungen.

Um die Menge des Ammoniaks in denselben zu ermitteln, wurde eine bestimmte Menge dieser Salze in einer mit einer Entbindungsröhre versehenen Digerirflasche mit Kaliauflösung übergossen, und die Flüssigkeit in eine andere kalt erhaltene Digerirflasche, deren Boden mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure bedeckt war, in welche das Rohr mündete, bis etwa zwei Drittel ihres Volumens überdestillirt. Die Flüssigkeit wurde sodann in dieser Flasche zu einem kleinen Volumen eingedampft. Das fernere Verrauchen der Flüssigkeit in einer Platinschale vorzunehmen, ist nicht rathsam, weil ein Theil des Salmiaks bei dem Austreiben der letzten Antheile von freier Chlorwasserstoffsäure schon unter dem Kochpunkt mit den Dämpfen derselben entweicht, und weil überhaupt bei der gröfsten Vorsicht ein Verlust durch Verspritzen gegen das Ende der Operation kaum zu ver-

meiden ist. Ich habe es vortheilhafter gefunden einen kleinen Apparat zu diesem Zwecke anzuwenden, dessen ich mich schon lange bediene, um sehr hygroskopische Substanzen mit Genauigkeit zu wägen. Er besteht aus zwei tiefen, etwa 2½ Zoll im Durchmesser habenden Uhrgläsern, deren Ränder genau auf einander geschliffen sind, und die durch Einschieben in einen elastischen Ring auf einander gedrückt und zusammengehalten werden. In dieser kleinen Kapsel, die genau tarirt und mit einem Haken zum Aufhängen an dem elastischen Ring versehen ist, lassen sich die allerhygroskopischsten Substanzen längere Zeit aufbewahren, ohne im Geringsten durch Anziehen von Feuchtigkeit am Gewichte zuzunehmen.

Ist die Flüssigkeit auf einem dieser Uhrgläser bis zur angehenden Trockenheit verraucht, so bedeckt man es mit dem anderen und fährt mit dem Erhitzen fort. Haben sich an dem oberen Glase einige Tropfen der Säure condensirt, so nimmt man es ab und entfernt sie durch gelindes Erwärmen. Die auf diese Art verflüchtigte Säure hinterläfst stets einen Fleck von Chlorwasserstoff-Ammoniak, das ohne diese Vorsichtsmafsregel sich der Bestimmung würde entzogen haben. Setzt man diese Operation so lange fort, bis auf dem oberen kalten Glase keine Chlorwasserstoffsäure mehr condensirt wird, und sich bei stärkerem Erhitzen nur weifse Nebel zeigen, so läfst sich die quantitative Bestimmung des Ammoniaks mit einer Genauigkeit bewerkstelligen, welche nichts zu wünschen übrig läfst.

Cyaneisen-Kupfer-Ammoniak und Wasser.

Fällt man ein Kupferoxydsalz durch Ammoniak bis zur Wiederauflösung des Niederschlags, und versetzt man die verdünnte Auflösung mit vielem Ammoniak, so bringt Cyaneisen-Kalium nicht sogleich einen Niederschlag in der Auflösung hervor, sondern färbt dieselbe olivengrün, und bewirkt erst nach einiger Zeit oder beim Kochen die

Ausscheidung eines braunen krystallinisch feinschuppigen Körpers, der, wenn man die Flüssigkeit bei auffallendem Lichte bewegt, mit einem seidenartigen Glanze vom Gelbbraunen bis in das Schwarzbraune schillert. Nach dem Trocknen bildet der Körper eine gelbbraune Masse, die sich leicht zerdrücken läfst, keine hydratische Beschaffenheit besitzt, und an der die krystallinische Natur kaum mehr zu erkennen ist. Dasselbe ist nur im Ammoniak, nicht aber in Wasser und Alkohol auflöslich.

In einer Glasröhre erhitzt, färbt es sich zuerst blau, dann purpurroth; endlich nimmt es eine dunkle schmutzige Farbe an, indem zugleich Kupfer mit seiner natürlichen Farbe reducirt wird. Es giebt dabei viel Cyanammoniak aus, aber kein Wasser, und zeigt im Uebrigen die den Doppelcyanüren eigenthümlichen Zersetzungserscheinungen. Durch ätzende Alkalien wird es in Kupferoxydhydrat und Cyaneisen-Alkali zersetzt.

Von Säuren wird es in Cyaneisen-Kupfer und in Ammoniaksalz zerlegt.

Das zur Analyse verwandte Salz war in einem durch Chlorkalium entwässerten Luftstrom getrocknet.

A. 1,002 Grm. desselben lieferten auf die oben beschriebene Weise mit Aetzkali behandelt 0,505 Grm. Salmiak, welche 16,14 Proc. Ammoniak entsprechen.

B. Das ausgeschiedene Kupferoxyd entsprach nach dem Glühen 32,3 Proc. Kupfer in dem Salze. Bei einer näheren Untersuchung desselben zeigte sich indessen, dafs es noch etwas Eisenoxyd enthielt.

C. 1,721 Grm. wurden in einem Porcellantiegel beim Zutritt der Luft geglüht. Man darf sich bei diesem Versuche nicht eines Platingefäfses bedienen, weil es kaum zu vermeiden ist, dafs ein Theil des Kupfers reducirt wird. Die geglühte Masse löste sich ohne allen Rückstand in Chlorwasserstoffsäure auf. Das Kupfer wurde aus derselben durch Schwefelwasserstoff gefällt, vom Filter in Salpetersäure getragen, und, nachdem es bei

Unterstützung der Wärme völlig zersetzt war, noch mit dem Filter selbst einige Zeit digerirt. Die filtrirte und mit viel Wasser verdünnte Auflösung wurde durch Aetzkali kochend gefällt, und lieferte 0,654 Grm. Kupferoxyd, welches 30,33 Proc. Kupfer entspricht.

D. Da von der Auflösung *C*, aus welcher das Kupfer geschieden war, etwas verloren ging, so wurde zur Bestimmung des Eisens ein besonderer Versuch angestellt. 1,115 Grm. bis zur völligen Zersetzung beim Zutritt der Luft geglüht, lieferten 0,636 Grm. eines schwarzbraunen Rückstandes, der weder vom Magnete gezogen wurde, noch, mit Salpetersäure versetzt und dann stark geglüht, etwas am Gewichte zunahm. Dieser Rückstand enthielt nach dem Versuche C. 0,4237 Grm. Kupferoxyd. Zieht man diese Menge von dem Rückstande ab, so bleiben 0,2123 Grm. Eisenoxyd, welche 0,1472 oder 13,20 Proc. Eisen entsprechen.

Berechnet man den Cyangehalt für das Eisen und Kupfer, und betrachtet man den sich ergebenden Verlust als Wasser, so würde die Zusammensetzung dieses Salzes folgende seyn:

	Gefunden.	Atomenzahl.	Berechnet.
Eisen	13,20	2	13,02
Kupfer	30,33	4	30,37
Cyan	38,08	12	37,99
Ammoniak	16,14	4	16,46
Wasser	2,25	1	2,16
	100,00		100,00.

Nach der Berzelius'schen Bezeichnung würde ihm aber die Formel $2(\text{Fe}\,\text{Cy}+2\,\text{Cu}\,\text{Cy})+4\,\text{N}\text{H}^3+\dot{\bar{\text{H}}}=4419$ zukommen.

2) Cyaneisen-Zink-Ammoniak und Wasser.

Die Bereitung dieses Salzes ist dieselbe, wie die des analogen Kupfersalzes. Man muſs besondere Sorge tra-

gen, weder einen zu großen noch zu geringen Ueberschuſs an Ammoniak anzuwenden; denn ist derselbe zu groſs, so findet gar keine Fällung statt, ist er indessen zu gering, so läuft man Gefahr ein mit Cyaneisen-Zink verunreinigtes Salz zu erhalten. Um es in möglichster Reinheit darzustellen, muſs eine solche Menge Ammoniak angewandt werden, daſs erst einige Augenblicke, nachdem man das Cyaneisen-Kalium hinzugesetzt hat, eine Fällung entsteht. Hat man diese Vorsichtsmaſsregel befolgt, so zeigt der Körper, wenn er im Wasser suspendirt und bei auffallendem Lichte betrachtet wird, dieselbe krystallinische Beschaffenheit wie das Kupfersalz. Nach dem Trocknen bildet derselbe eine weiſse, leicht zerreibliche, nicht hydratische Masse, welche die Hitze des kochenden Wassers, ohne sich zu zersetzen, erträgt.

Der Körper giebt beim Erhitzen etwas Wasser aus, und zeigt im Uebrigen ein dem Kupfersalze ganz analoges Verhalten.

A. 1,122 Grm. des in einem entwässerten Luftstrome bei 100° getrockneten Salzes lieferte, auf die beschriebene Weise mit Kali behandelt, 0,403 Salmiak. Da die Flüssigkeit bei diesem Versuche bis in den Hals der Digerirflasche gestiegen war, so wurde, der gröſseren Sicherheit wegen, der Salmiak auf eine mögliche Verunreinigung untersucht. Er verflüchtigte sich aber vollständig beim Glühen in einem Platintiegel mit Zurücklassung eines höchst unbedeutenden schwarzen Flecks.

Nach diesem Versuche wären demnach 11,50 Proc. Ammoniak in diesem Salze enthalten.

B. 1,291 Grm. des Salzes wurden in einem Platintiegel beim Zutritt der Luft über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge geglüht, und hinterlieſsen ein röthlichgelbes Pulver, welches nicht vom Magnete gezogen wurde, und sich zu einer völlig klaren Flüssigkeit in Salzsäure auflöste. Die Auflösung wurde in der Wärme sehr genau mit Ammoniak neutralisirt, dann mit Wasser

verdünnt, und endlich durch bernsteinsaures Natron gefällt. Um zu erfahren, ob das Eisenoxyd vollständig geschieden sey, wurden einige Tropfen der filtrirten Flüssigkeit mit Aetzammoniak versetzt. Der entstehende weiſse Niederschlag löste sich völlig in einem Uebermaaſs des Ammoniaks wieder auf. Die Probe wurde mit Salzsäure versetzt und der übrigen filtrirten Flüssigkeit wieder beigegeben. Das bernsteinsaure Eisenoxyd lieferte nach dem Glühen und nach Abzug der Filterasche 0,245 Grm. Eisenoxyd, welche 0,1698 oder 13,15 Proc. Eisen entsprechen.

C. Die rückständige Flüssigkeit wurde mit Aetzkali versetzt, bis zu $\frac{1}{3}$ ihres Volumens in einem Kolben unter starkem Kochen verdampft, mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und dann durch kohlensaures Natron kochend gefällt. Das erhaltene kohlensaure Zink betrug nach dem Glühen und nach Abzug der Filterasche 0,520 Grm. Diese entsprechen 0,416 oder 32,27 Proc. Zink. Ergänzt man daher den Cyangehalt und bringt das Fehlende als Wasser in Rechnung, so ergiebt sich, daſs das Salz aus 2 At. Cyaneisen-Zink, 3 At. Ammoniak und 2 At. Wasser besteht, die procentische Zusammensetzung desselben aber folgende ist:

	Gefunden.	Atomenzahl.	Berechnet.
Eisen	13,15	2	13,21
Zink	32,27	4	31,38
Cyan	39,04	12	38,52
Ammoniak	11,50	3	12,52
Wasser	4,04	2	4,37
	100,00		100,00.

Die diesem Salze zukommende Formel würde demnach $2(\text{Fe}\,\text{Cy} + 2\,\text{Zn}\,\text{Cy}) + 3\,\text{NH}^3 + 2\,\dot{\text{H}} = 5138$ seyn.

Der Wassergehalt reicht daher gerade hin, um $\frac{1}{3}$ der Cyanverbindung in ein cyanwasserstoffsaures Salz umzuändern, während bei dem analogen Kupfersalze das

[redacted]

Wasser gerade hinreichte, um bei $\frac{1}{8}$ diese Veränderung zu bewirken.

Cyaneisen-Quecksilber-Ammoniak und Wasser.

Die Darstellung dieses Körpers ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Bekanntlich hat Mitscherlich der jüngere die Beobachtung gemacht, daſs salpetersaures Quecksilberoxyd-Ammoniak sich in salpetersaurem Ammoniak bei einem Ueberschuſs des Alkalis auflöst. Versetzt man diese Auflösung mit Cyaneisen-Kalium, so entsteht ein gelblicher Niederschlag, der sich, wenn die Auflösung den gehörigen Grad der Verdünnung besitzt, in kleinen, sehr glänzenden, durchsichtigen, weingelben Krystallen, welche die Form geschobener vierseitiger Säulen zu besitzen scheinen, an den Wänden des Gefäſses absetzt. Bei dieser Bereitung sind mehrere Vorsichtsmaſsregeln zu beobachten. Auf der einen Seite muſs die Auflösung so wenig Wasser als möglich enthalten, weil die Gegenwart desselben eine unmittelbare Zersetzung des Salzes zur Folge hat. Wendet man auf der andern Seite die Auflösung zu concentrirt an, oder nimmt man die Fällung in der Wärme vor, so wird ein Theil des Quecksilbers reducirt, und der erhaltene Körper besitzt eine schmutzig graue Farbe. Es ist am besten, nachdem man durch einige Präliminärversuche den gehörigen Grad der Concentration der Auflösung bestimmt hat, die Fällung in einem Gefäſse vorzunehmen, das mit Eis umgeben ist, und die Flüssigkeit dabei stark zu bewegen. Fängt dieselbe an eine gelbliche Trübung zu erleiden, welche einen Stich in's Röthliche besitzt, so läſst man den Niederschlag, welcher eine bedeutende Schwere besitzt, sich zu Boden setzen, gieſst dieselbe ab und bedeckt die Fällung mit einer Schicht concentrirten Ammoniaks. Das Aussüſsen muſs mit concentrirtem Ammoniak geschehen, und alles Wasser, so wie alle Unterstützung der Wärme sorgfältig vermieden wer-

den. So lange das Salz noch mit Ammoniak imprägnirt ist, besitzt es eine reine hell citronengelbe Farbe und krystallinische Beschaffenheit. Beim Trocknen an der Luft erleidet dasselbe eine partielle Zersetzung. Einige Theile lassen sich indessen unter Vermeidung von Wärme, ohne zersetzt zu werden, trocknen. Bei längerem Aufbewahren an der Luft nimmt es indessen unvermeidlich einen Stich in das Bläuliche an. Nur die unzersetzten Theile wurden zu der nachstehenden Untersuchung benutzt.

Mit Wasser behandelt, färbt sich dieser Körper roth, indem er in Cyanquecksilber, Ammoniak und Eisenoxyd, welches hartnäckig eine geringe Menge Cyanquecksilber zurückhält, zerlegt wird.

Schwefelsäure verbindet sich beim Erwärmen mit dem Cyaneisen-Quecksilber, welches dieser Körper enthält, und bildet ein gelbes Salz, das sich nur auf diesem Wege darstellen läfst. Andere Säuren zersetzen den Körper sehr leicht, indem sich dabei Berlinerblau bildet.

In einer Glasröhre erhitzt, sublimirt sich metallisches Quecksilber und Cyanammoniak.

Beim Glühen an der Luft verbrennt der Körper mit lebhaftem Funkensprühen und hinterläfst reines Eisenoxyd.

A. 1,487 Grm. dieses Salzes wurden zur Bestimmung des Ammoniaks auf die beschriebene Weise mit Kali behandelt. Es war dabei etwas metallisches Quecksilber mit den Wasserdämpfen in die Vorlage übergegangen. Bei dem Verrauchen der salmiakhaltigen Flüssigkeit wurde dasselbe aber wieder vollständig verflüchtigt. Der erhaltene Salmiak betrug 0,241, welche 0,077 oder 5,19 Proc. Ammoniak entsprechen.

B. Um den Quecksilbergehalt zu ermitteln, wurden 1,374 Grm. in concentrirter Schwefelsäure aufgelöst, und einige Minuten, bis zur völligen Zerstörung des Cyans gekocht, mit etwas Wasser verdünnt, und endlich so

lange mit etwas Chlorwasserstoffsäure digerirt, bis das neutrale schwefelsaure Eisenoxyd, welches als ein unauflösliches Pulver am Boden lag, zu einer klaren gelblichen Flüssigkeit aufgelöst war. Aus dieser wurde das Quecksilber durch Zinnsolution reducirt, und, da es als Pulver niederfiel, nachher durch Decantation der Flüssigkeit und Digestion mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure zu einer Quecksilberkugel vereinigt, welche 0,812 Grm. wog und 59,09 in dem Salze angiebt.

C. 0,662 Grm. des mit Wasser angefeuchteten Salzes lieferten, nach dem anhaltenden Glühen beim Zutritt der Luft in einem Platintiegel über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge, 0,082 reines Eisenoxyd, das nicht vom Magnete gezogen wurde und sich vollständig in Salzsäure auflöste. Dasselbe entspricht 0,0568 oder 8,58 Proc. Eisen. Die Zusammensetzung dieses Salzes ist daher folgende:

	Gefunden.	Atomenzahl.	Berechnet.
Eisen	8,58	1	8,10
Quecksilber	59,09	2	60,45
Cyan	23,74	6	23,64
Ammoniak	5,19	1	5,13
Wasser	3,40	1	2,68
	100,00		100,00.

Demnach würde das Salz aus gleichen Atomen Cyaneisen - Quecksilber, Ammoniak und Wasser bestehen. Eine Zusammensetzung, die der folgenden Formel entspricht: $(\mathrm{Fe\,Cy} + 2\,\mathrm{Hg\,Cy}) + \mathrm{NH}^3 + \dot{\mathrm{H}} = 4{,}187$.

Die Quantität des Wassers reicht daher gerade hin, um $\frac{1}{3}$ des Doppelcyanmetalls in ein cyanwasserstoffsaures Salz, oder um das Ammoniak in Ammoniumoxyd umzuändern. Dieser Körper ist in sofern bemerkenswerth, als er ein Quecksilberdoppelcyanid enthält, welches für sich nicht dargestellt werden kann. Vielleicht beruht das Be-

stehen dieser Verbindung auf dem geringen Wassergehalt derselben, der nicht hinreicht, um die in ihr enthaltenen Metalle vollständig zu oxydiren.

Cyaneisen-Talcium-Ammoniak und Wasser.

Schon vor längerer Zeit hatte ich die Bemerkung gemacht, dafs Baryterde- und Kalkerde-Salze, welche mit Cyaneisen-Kalium versetzt sind, durch Ammoniak als weifse unauflösliche Verbindungen gefällt werden. Als ich die beschriebenen Tripelverbindungen auffand, vermuthete ich daher, dafs jene Fällungen eine analoge Zusammensetzung haben könnten. Eine nähere Untersuchung derselben zeigte aber, dafs sie mit den von Mosander erhaltenen Tripelverbindungen identisch sind. Da indessen die Talkerde eine so vorherrschende Neigung besitzt, mit Ammoniaksalzen Tripelsalze zu bilden, so habe ich den Versuch auch mit Talkerde wiederholt, und eine Verbindung von Cyaneisen-Talcium-Ammoniak und Wasser dargestellt, welche sich durch ihre chemische Zusammensetzung wesentlich von den bisher betrachteten Salzen unterscheidet. Man erhält dieselbe, wenn man die Auflösung eines Talkerde-Salzes mit so viel Salmiak versetzt, dafs Ammoniak, im grofsen Ueberschufs hinzugefügt, keinen Niederschlag mehr hervorbringt, und wenn man diese stark ammoniakalische Auflösung mit Cyaneisen-Kalium versetzt. Der Niederschlag pflegt erst nach einigen Stunden zu entstehen, oder erscheint sogleich, wenn man die Auflösung kocht, als ein schweres weifses Pulver, das sich sehr leicht zu Boden setzt. Beim Kochen der Auflösung läuft man nicht Gefahr das Salz zu verunreinigen, indem die ammoniakalische Talkerde-Auflösung dadurch keine Fällung erleidet, und das Salz eine Temperatur von 100° sehr gut erträgt.

Nach dem Trocknen bildet der Körper ein weifses stäubendes Pulver, das sich etwas sandig zwischen den Fingern anfühlen läfst.

[redacted]

Im Wasser ist der Körper etwas auflöslich. 178 Th. kochendes Wasser lösen 1 Th. desselben auf. Bei 0° werden 260 Th. erfordert. Die Auflösung besitzt einen widerlich salzigen Geschmack und gelbliche Farbe.

In einer Glasröhre erhitzt, giebt der Körper Cyanammoniak, Cyan und etwas Wasser aus, indem er ein schwarzes Pulver hinterläfst, das selbst bei dem stärksten Glühen noch einen Antheil Cyan zurückhält. Ich habe vergeblich versucht aus diesem Pulver das Talcium durch Kalium zu reduciren.

A. Zur Ermittlung des Ammoniakgehaltes wurden 1,212 Grm. des bei 100° C. in einem entwässerten Luftstrom getrockneten Salzes mit Kali behandelt. Der erhaltene Salmiak betrug 0,357 Grm., welche 0,1143 Grm. oder 9,43 Proc. Ammoniak entsprechen.

B. 1,842 Grm. lieferten, in einem Platintiegel beim Zutritt der Luft geglüht, 0,898 eines hellgelben Pulvers, das nicht vom Magnete gezogen wurde. Um das in demselben enthaltene Kali als Hydrat zu erhalten, wurde das Pulver mit Wasser befeuchtet und darauf wieder geglüht. Es zeigte sich indessen keine Gewichtszunahme.

C. 0,438 Grm. dieser geglühten Masse wurden in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, wobei sich weder eine merkliche Effervescenz noch ein Rückstand zeigte. Die Auflösung wurde so viel als möglich, ohne die Trokkenheit zu erreichen, verdampft, mit einer frisch bereiteten Auflösung von Platinchlorid in Alkohol versetzt, und der gebildete Niederschlag mit Alkohol ausgesüfst. Er betrug 0,279 Grm. und entspricht 0,0432 oder 4,81 Proc. Kalium.

D. Um den Gehalt an Eisen zu ermitteln, wurden 1,313 Grm. geglüht. Die rückständige Masse betrug 0,64. Diese wurden in einem Ueberschusse von Chlorwasserstoffsäure völlig aufgelöst und durch Ammoniak gefällt. Das erhaltene Eisenoxyd wog nach dem Glühen

und nach Abzug der Filterasche 0,331, welches 0,229 oder 17,44 Proc. Eisen entspricht.

E. Die sub Lit. *D* erhaltenen 0,64 Grm. enthielten demnach 0,0919 Grm. Kalihydrat und 0,331 Grm. Eisenoxyd, welche, von 0,64 Grm. abgezogen, 0,217 Grm. für die Talkerde übrig lassen. Diese entspricht daher 0,129 oder 9,82 Proc. Talcium.

F. Die Auflösung in *D*, von der das Eisen abgeschieden war, wurde zu einem kleineren Volumen verdampft, und lieferte, durch phosphorsaures Natron und Ammoniak gefällt, 0,36 phosphorsaure Ammoniak-Talkerde. Beim abermaligen Verrauchen wurden noch 0,262 und durch ein drittes noch 0,074, also im Ganzen 0,697 dieses Salzes erhalten. Die rückständige Auflösung enthielt nur noch Spuren von Talkerde. 0,602 Grm. dieses Niederschlags wogen nach dem Glühen noch 0,505 Grm. Die gesammte Menge der phosphorsauren Talkerde beträgt demnach 0,5846 Grm. Diese entsprechen aber 0,1313 oder 10,00 Proc. Talcium, wenn man 36,67 Proc. Talkerde in dem Salze annimmt. Im Mittel dieser beiden Versuche also 9,91 Proc.

Nimmt man an, dafs die bisher ermittelten Bestandtheile als Cyanmetalle in der Verbindung enthalten sind — eine Annahme, die sich aus dem Verhalten des Salzes gegen Säuren und Alkalien, und aus der in derselben enthaltenen Menge des Eisens vollkommen rechtfertigt — so würde die Zusammensetzung desselben folgende seyn:

		Cyangehalt.
Eisen	17,44	16,92
Magnesium	9,91	20,61
Ammoniak	9,43	14,51
Kalium	4,81	3,23
Cyan	55,27	
Wasser	3,14	
	100,00.	

Der

[redacted]

Der Cyangehalt des Eisens, Magnesiums und Ammoniaks kommt dem Verhältnifs von 8:10:7 am nächsten. Der des ersteren verhält sich aber zur Summe des der beiden letzteren wie 1:2..

Würde man den Cyangehalt des Kaliums dieser Summe noch hinzufügen, so würde kein einfaches Verhältnifs zwischen diesen Gröfsen mehr stattfinden. Daraus ergiebt sich, dafs das Cyaneisen nur hinreicht, um die anderen Cyanmetalle zu neutralisiren. Verbindet man mit diesem Verhalten die Beobachtung, dafs fast alle Doppelcyanüre eine geringe Quantität der zur Fällung verwandten Verbindung hartnäckig zurückhalten, so wird es mehr als wahrscheinlich, dafs der Gehalt an Cyankalium als nicht wesentlich zur Mischung dieses Salzes gehörig betrachtet werden mufs.

Die Zusammensetzung des folgenden Salzes spricht ebenfalls für diese Annahme. Berechnet man demzufolge die Atomenzahlen, so erhält man folgende Formel für diese Verbindung:

$$7(Fe\bar{C}y + 2Mg\bar{C}y) + 5(Fe\bar{C}y + 2NH^3\bar{C}y) + 6\dot{H} = 20983,$$

welche nachstehender Zusammensetzung entsprechen würde:

	Gefunden.	Atomenzahl.	Berechnet.
Eisen	18,86	12	19,39
Magnesium	10,72	14	10,57
Ammoniak	10,75	10	10,22
Cyan	56,27	72	56,61
Wasser	3,40	6	3,21
	100,00		100,00.

Cyaneisen-Talcium-Ammoniak und Wasser in einem anderen Verhältnisse der Bestandtheile.

Die Bereitung dieses Körpers ist dieselbe, wie die des eben beschriebenen, nur dafs statt des Cyaneisen-Kaliums Cyaneisen-Calcium angewendet wurde. Er unterscheidet sich schon durch seine äufsere Beschaffenheit

wesentlich von dem vorhergehenden. Während jener eine blendend weifse Farbe besitzt, zeigt dieser einen lebhaften Stich in das Pfirsichblüthrothe. Aufserdem ist er nicht so locker, specifisch leicht und stäubend, wie der vorher beschriebene.

A. Aus 0,902 wurden 0,39 Salmiak erhalten. Da aber bei dem Abrauchen einige Flocken Asche in die Auflösung gefallen waren, so wurden 0,378 des erhaltenen Salzes geglüht, und hinterliefsen einen Rückstand von 0,06, welcher fast vollständig aus Chlorkalium bestand. Demnach beträgt die Menge des Ammoniaks 10,86 Procent.

B. 1,226 Grm. lieferten nach dem Glühen 0,514 eines völlig in Chlorwasserstoffsäure auflöslichen gelbbraunen Rückstandes. Aus der stark sauren Auflösung wurden durch Ammoniak 0,306 reines Eisenoxyd gefällt, welches 17,30 Proc. Eisen entspricht.

C. Durch Fällung mit oxalsaurem Ammoniak und Glühen des Niederschlags wurde 0,033 Kalk erhalten.

D. Zieht man das Eisenoxyd und den Kalkgehalt =0,339 von dem Rückstande in *B* =0,514 ab, so erhält man für die Talkerde 0,175.

E. Um die Talkerde direct zu bestimmen, wurde die Auflösung verraucht, bis zur völligen Verjagung des Salmiaks geglüht, und dann das Chlorcalcium in schwefelsaure Talkerde verwandelt. Da aber bei diesem Versuche ein kleiner Verlust durch Verspritzen der Masse stattgefunden hatte, so wurden nur 0,344 schwefelsaure Talkerde erhalten, welche 0,1169 Talkerde entsprechen. Beim Auflösen dieses Salzes in verdünntem Alkohol wurden noch 0,009 Grm. Gyps erhalten, welche 0,0037 Kalk entsprechen. Berechnet man den Kalkgehalt für 0,175, so ergiebt eine Menge von 0,0055. Diese von dem Talkerdegehalt abgezogen und der Kalkerde hinzugefügt, ergeben für die erstere 0,1695, und für die letztere 0,0385. Nach diesem Versuche wären also 8,47 Proc. Talcium

und 2,25 Calcium in dem Körper enthalten, und die Zusammensetzung in 100 wurde folgende:

Eisen	17,30	16,82
Magnesium	8,47	17,64
Ammoniak	10,84	16,67
Calcium	2,25	2,90
Cyan	54,03	
Wasser	7,11	
	100,00.	

Betrachtet man auch hier den Gehalt an Cyancalcium als unwesentlich, so würde der Cyangehalt der beiden basischen Metalle ungefähr gleich, die Summe desselben aber doppelt so grofs seyn, als der Cyangehalt des Eisens. Dieses Verhältnifs und die berechneten Atomenzahlen ergeben für diesen Körper die Formel:

$$(\mathrm{Fe\,Cy} + 2\,\mathrm{Mg\,Cy}) + (\mathrm{Fe\,Cy} + \mathrm{NH^3}) + 2\dot{\mathrm{H}} = 3628.$$

Der folgenden berechneten Zusammensetzung in 100 Theilen entspricht:

	Gefunden.	Atomenzahl.	Berechnet.
Eisen	18,24	2	18,70
Magnesium	8,93	2	8,73
Ammoniak	11,43	2	11,82
Cyan	53,91	12	54,55
Wasser	7,49	2	6,20
	100,00		100,0.

Diese beiden letzteren Verbindungen reihen sich den von Mosander entdeckten Tripelcyanüren an, und lassen sich, wie diese, unter die generelle Formel

$$\mathrm{Fe\,Cy} + 2\left\{\begin{matrix}\mathrm{Mg\,Cy}\\ \mathrm{NH^3\,Cy}\end{matrix}\right.$$

zusammenfassen.

Göttingen, den 14. Februar 1834.

XIV. *Ueber die Verbindungen des Broms mit dem Sauerstoff.*

Herr Balard in Montpellier hat so eben eine Arbeit bekannt gemacht, in welcher er untersucht, durch welche Mittel sich das Brom mit dem Sauerstoff verbinden lasse, und welche Wirkung dieser Körper unter dem Einfluſs des Wassers auf die Metalloxyde ausübe. Die von ihm angegebenen Hauptthatsachen sind folgende:

Das Brom läſst sich sehr schwer oxydiren. Die kräftigsten Mittel, um es mit dem Sauerstoff zu verbinden, sind die Wirkung des Chlorbroms auf die Alkalien, und die des Broms auf dieselben Körper. Das Brom wirkt, wie das Chlor, verschiedenartig auf die Metalloxyde; auf einige derselben, z. B. auf die meisten Hyperoxyde der Metalle, hat es keine Einwirkung. Andere giebt es, zu deren Oxydation es beiträgt, entweder indem es sich des Wasserstoffs vom Wasser bemächtigt und in ein hypobromsaures Oxydsalz übergeht, wobei Sauerstoff in Freiheit gesetzt wird; dieſs ist der Fall mit den meisten Oxydulen. Es giebt einige, aus denen es im Gegentheil Sauerstoff entwickelt und sie so in einen mehr alkalischen Zustand versetzt. Dahin gehört das Baryumhyperoxyd. Endlich giebt es auch einige, mit welchen es sich in Bromüre und Hypobromite oder hypobromige Säure verwandelt. Dergleichen sind die Oxyde von Kupfer, Quecksilber und Silber. Die meisten dieser Hypobromite können übrigens durch die geringsten Ursachen in Bromate und Bromüre zerfallen.

Man sieht, daſs die Wirkung des Broms auf die Metalloxyde, ohne gerade der des Chlors auf dieselben Körper gleich zu seyn, ihr doch sehr ähnlich ist.

[redacted]

XV. *Ueber die Verbindungen der Alkalien mit der Kohlensäure;*
von Heinrich Rose.

Die folgenden Versuche wurden in der Absicht angestellt, um zu sehen, mit welcher Kraft in den zweifach kohlensauren Alkalien die zweite Hälfte der Kohlensäure gebunden sey.

Kali und Kohlensäure.

1) Zweifach kohlensaures Kali, sowohl in ganzen Krystallen, als auch im fein gepulverten Zustande, länger als 20 Stunden in den luftleeren Raum über Schwefelsäure gestellt, verloren so wenig an Gewicht, dafs der Gewichtsverlust höchst wahrscheinlich wohl nur in etwas anhängender Feuchtigkeit bestand. — 4,001 Grm. der Krystalle verloren 0,002 Grm., und 1,427 Grm. des fein gepulverten Salzes verloren in derselben Zeit 0,003 Grm. Ersterer Verlust entspricht 0,05, und letzterer 0,21 Proc.

2) Stellt man das zweifach kohlensaure Kali im gepulverten Zustande unter eine Glasglocke auf einen Teller, auf welchen eine grofse Menge von Kalihydrat gelegt ist, so verliert es etwas mehr an Gewicht, als im luftleeren Raume über Schwefelsäure. — 1,905 Grm. des gepulverten Salzes verloren auf diese Weise nach 16 Stunden 0,009 Grm. oder 0,47 Procent. In den darauf folgenden 16 Stunden betrug der Gewichtsverlust nur 0,001 Grm.

3) Wird zweifach kohlensaures Kali in kaltem Wasser aufgelöst, so verliert die Auflösung eine bedeutende Menge Kohlensäure, wenn man sie bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure unter einer Glocke bis zur

Trocknifs verdampft. Die Kohlensäure verflüchtigt sich aber in diesem Falle mit den Wasserdämpfen gemeinschaftlich, und man sieht kein Gas als Blasen sich entwickeln. — 0,944 Grm. des zweifach kohlensauren Salzes in 1 Loth Wasser kalt aufgelöst, und bei einer Temperatur der Atmosphäre von 15° bis 18° über Schwefelsäure zur Trocknifs abgedampft, was in einigen Tagen geschehen war, hatten 0,060 Grm. oder 6,36 Procent an Gewicht an Kohlensäure und Krystallisationswasser verloren.

4) Verdampft man eine Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali bei der gewöhnlichen Temperatur über Schwefelsäure auf die Weise, dafs die mit den Wasserdämpfen entweichende Kohlensäure von Kalihydrat leicht absorbirt werden kann, so würde man, wenn man die abgedampfte Masse von Neuem ein oder einige Mal auflöste, es endlich leicht dahin bringen können, dafs die ganze Masse des zweifach kohlensauren Kalis sich in einfach kohlensaures Salz verwandelt. — 1,617 Grm. des Bicarbonats wurden in ungefähr 2 Loth kalten Wassers aufgelöst, und unter einer Glocke auf einen kleinen Teller gestellt, auf den trocknes Kalkhydrat gelegt war, welcher wiederum in einem gröfseren stand, welcher concentrirte Schwefelsäure enthielt. Nachdem die Auflösung beinahe bis zur Trocknifs abgedampft worden war, wurde sie wiederum in 1 Loth kalten Wassers aufgelöst. Es dauerte länger als 14 Tage, bis diese Auflösung bei öfterer Erneuerung des Kalihydrats und der Schwefelsäure abgedampft worden war. Die Kohlensäure war ohne Brausen mit den Wasserdämpfen entwichen. Das abgedampfte Salz liefs sich nicht mit Genauigkeit wägen, war auch noch deutlich feucht, und es schien schwer, oder beinahe unmöglich, das entstandene einfach kohlensaure Kali durch blofse Anwendung der Schwefelsäure in einer nicht verdünnten Atmosphäre ganz von Feuchtigkeit zu befreien. Das Salz wurde daher in Wasser aufgelöst,

[redacted]

die Auflösung mit einer Auflösung von Chlorcalcium, zu welcher etwas Ammoniak hinzugefügt worden war, versetzt, und die entstandene kohlensaure Kalkerde gegen den Zutritt der Luft geschützt filtrirt. Sie wog 0,951 Grm., welche 0,41566 Grm. Kohlensäure enthalten. Auf 100 Th. des Bicarbonats beträgt dieser Kohlensäuregehalt 25,70 Proc., so dafs, da der Gehalt der Kohlensäure im zweifach kohlensauren Salze 43,95 Proc. beträgt, 18,25 Procent Kohlensäure entwichen waren. Es blieb also etwas mehr Kohlensäure zurück, als nöthig ist, um einfach kohlensaures Kali zu bilden; es hätten dann 21,97 Procent Kohlensäure entweichen, und eben so viel zurückbleiben müssen. Man wird es aber sehr wahrscheinlich finden, dafs, wenn das abgedampfte Salz wiederum noch ein oder einige Mal aufgelöst, und von Neuem der Einwirkung des Kalihydrats und der Schwefelsäure ausgesetzt worden wäre, es sich vollständig in einfach kohlensaures Salz verwandelt haben würde.

5) Wird die Auflösung des Bicarbonats vom Kali in vielem kalten Wasser in den luftleeren Raum gebracht, so verliert sie, bei möglichster Verdünnung der Luft unter der Luftpumpe, einen Theil der Kohlensäure unter heftigem scheinbaren Kochen. Die Kohlensäure entweicht indessen nicht in kleinen Blasen, wie aus kohlensäurehaltigen Mineralwassern, oder wie bei der Uebersättigung der Auflösung eines kohlensauren Salzes vermittelst einer Säure, sondern in einzelnen grofsen Blasen, deren Durchmesser $\frac{1}{4}$ Zoll und mehr beträgt, ungefähr so wie das Wassergas bisweilen entweicht, wenn Wasser in einem gläsernen Gefäfs gekocht wird. Aber dessen ungeachtet ist der Verlust an Kohlensäure, wenn man nicht zugleich Schwefelsäure anwendet, nicht sehr bedeutend. — 2,451 Grm. des zweifach kohlensauren Salzes wurden in 8 Loth kalten Wassers aufgelöst, und die Auflösung in den luftleeren Raum gebracht, wo sie 24 Stunden ste-

hen blieb, während von Zeit zu Zeit die entwichene Kohlensäure durch Pumpen weggebracht wurde. Die Auflösung mit Chlorcalciumauflösung und Ammoniak auf die so eben erwähnte Weise behandelt, gab 2,211 Grm. kohlensaurer Kalkerde, welche 0,96632 Grm. Kohlensäure enthalten. Von den 43,95 Procent Kohlensäure im Bicarbonat sind also nach diesem Versuche 39,43 Proc. in der Auflösung geblieben, und nur 4,52 Th. entwichen.

6) Wird die Auflösung des zweifach kohlensauren Kalis in den luftleeren Raum über concentrirte Schwefelsäure gebracht, so wird durch die Kohlensäureentwicklung und schnelle Verdampfung des Wassers so viel Wärme gebunden, daſs sich die Auflösung in einem Zimmer, dessen Temperatur 15° bis 18° ist, oft, aber nicht immer in blasiges Eis verwandelt. Man muſs, um dieſs zu vermeiden, statt der concentrirten, eine etwas verdünnte Schwefelsäure anwenden. Wird darauf die Auflösung im luftleeren Raume zur Trockniſs abgedampft, das abgedampfte Salz so oft wieder aufgelöst, bis die Auflösung im luftleeren Raume über Schwefelsäure kein Gas in Blasen mehr entweichen läſst, so besteht die abgedampfte Masse aus einer Mengung von Krystallen des zweifach und des einfach kohlensauren Kalis, aber bei einem angestellten Versuche in einem solchen Verhältniſs, daſs sie aufgelöst eine Auflösung von anderthalbfach kohlensaurem Kali bilden würden. — 1,332 Grm. des Bicarbonats, in 4 Loth kalten Wassers aufgelöst, wurden unter die Luftpumpe über etwas verdünnte Schwefelsäure gebracht; es entwich Kohlensäure in groſsen Blasen unter scheinbar heftigem Kochen, und, nachdem von Zeit zu Zeit die entwichene Kohlensäure durch Pumpen entfernt worden war, war nach 20 Stunden die Auflösung abgedampft. Die trockne Masse wurde wiederum in 4 Loth kalten Wassers aufgelöst, und über concentrirter Schwefelsäure in den luftleeren Raum gebracht. Es entwich wiederum Kohlensäure in groſsen Blasen; was aber sich

nicht mehr erneuerte, als die wiederum abgedampfte Masse zum dritten Male in 2 Loth Wasser aufgelöst über Schwefelsäure im luftleeren Raume abgedampft wurde. Das trockne Salz, in Wasser aufgelöst und mit einer ammoniakhaltigen Chlorcalciumauflösung behandelt, gab 1,016 Grm. kohlensaure Kalkerde, die 0,44407 Grm. Kohlensäure enthalten. Es sind also im Salze 33,33 Proc. Kohlensäure geblieben, und 10,62 Proc. davon entwichen. Würden sich 100 Th. Bicarbonat in anderthalbfach kohlensaures Kali verwandeln, so würden 32,96 Proc. Kohlensäure beim Kali bleiben und 10,98 Proc. davon entweichen. Man sieht aus diesem und dem vorhergehenden Versuch, dafs durch eine verdünnte Atmosphäre der Auflösung des Bicarbonats nicht so viel Kohlensäure entzogen werden kann, selbst wenn man die entweichenden Wasserdämpfe durch concentrirte Schwefelsäure absorbiren läfst, wie durch eine, in die Nähe der Auflösung angebrachte Substanz, welche Kohlensäure begierig anziehen kann. — Uebrigens würde das Bicarbonat, wenn die Auflösung desselben durch die Behandlung mit Schwefelsäure im verdünnten Raume zur Trockne abgedunstet wäre, durch erneutes Auflösen und Trocknen im lufleeren Raume endlich wohl ganz in einfach kohlensaures Salz verwandelt werden können, und es ist nur Zufall, dafs bei diesem Versuche das erhaltene Resultat der Zusammensetzung von anderthalbfach kohlensaurem Kali nahe kam.

7) Wird eine Auflösung des zweifach kohlensauren Kalis längere Zeit bei dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck gekocht, so soll, einer ziemlich allgemeinen Annahme nach, durch's Kochen so viel Kohlensäure entweichen, dafs anderthalbfach kohlensaures Kali in der Auflösung bleibt. Durch einen Versuch fand ich diefs bestätigt, denn als ich 1,523 Grm. des Bicarbonats, in Wasser aufgelöst, ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde in einer Platinschale gekocht hatte, erhielt ich aus der erkalteten Auflösung,

nachdem sie so wie die anderen behandelt worden war, 1,122 Grm. kohlensaurer Kalkerde, die 0,4904 Grm. Kohlensäure enthalten. Von 100 Th. des Bicarbonats waren also bei diesem Versuche 11,85 Proc. Kohlensäure entwichen, und 32,10 Proc. beim Kali geblieben; was in der That einer Menge von Kohlensäure beinahe entspricht, wie sie der Berechnung nach im anderthalbfach kohlensauren Salze enthalten ist.

8) Da indessen das Bicarbonat in seiner Auflösung nach dem 4ten Versuche schon bei gewöhnlicher Temperatur, über Kalihydrat und Schwefelsäure gestellt, weit mehr Kohlensäure verliert, als bei dem 7ten Versuche durch's Kochen aus ihm entwichen ist, und man gewiſs nicht annehmen kann, daſs bei gewöhnlicher Temperatur die Kohlensäure leichter aus der Auflösung entweiche, als bei der Kochhitze, so war es mir wahrscheinlich, daſs man durch lange anhaltendes Kochen der Auflösung des Bicarbonats dasselbe endlich ganz in Carbonat verwandeln könne. — Als ich 1,143 Grm. des zweifach kohlensauren Salzes in einem gläsernen Kolben mit Wasser, unter steter Erneuerung desselben, so lange kochte, daſs endlich von 46 Loth nur 10 Loth in der Auflösung geblieben waren, gab dieselbe nach der oft erwähnten Behandlung 0,641 Grm. kohlensaurer Kalkerde, die 24,51 Proc. entsprechen; was in der That nur etwas mehr beträgt, als einfach kohlensaures Kali gegeben haben würde. — Ich muſs indessen bemerken, daſs dieses Resultat kein ganz reines war, denn durch das lange anhaltende Kochen der alkalischen Auflösung war das Glas des Kolbens angegriffen, und es hatte sich eine, zwar nicht bedeutende Menge von unlöslichem Niederschlage gebildet, der kohlensaure Kalkerde enthielt.

9) Wenn man die Auflösung des zweifach kohlensauren Kalis unter stärkerem Drucke kocht, wie der der Atmosphäre ist, so ist die Menge der mit den Wasserdämpfen entweichenden Kohlensäure noch geringer, als

[redacted]

im 7ten Versuche. — Eine Auflösung von 1,056 Grm. des zweifach kohlensauren Kalis in 8 Loth kalten Wassers aufgelöst, wurden eine halbe Stunde in einer Retorte gekocht, und der Hals derselben mit einer Gasleitungsröhre verbunden, die unter Quecksilber endigte. Der Apparat war gerade so eingerichtet, wie man ihn gewöhnlich zu gebrauchen pflegt, wenn man Kohlensäure in einem Mineralwasser bestimmen will, welche dasselbe im freien Zustande enthält. Die Höhe der Quecksilbersäule, welche das entweichende Gas zu überwinden hatte, betrug zwar nur etwas mehr als einen Zoll, aber dennoch war diefs von Einflufs; es hatte sich weniger Kohlensäure entwickelt als im 7ten Versuch. Die rückständige erkaltete Auflösung gab 0,843 Grm. kohlensaurer Kalkerde, die 0,3685 Grm. Kohlensäure enthalten; es waren daher auf 100 Th. des Bicarbonats nur 8,95 Proc. Kohlensäure entwichen, statt 10,98 Proc., wenn das Bicarbonat sich in anderthalb kohlensaures Salz verwandelt hätte. — Die Menge des gesammelten Kohlensäuregases entsprach ziemlich genau dem Verluste an Kohlensäure, den das Salz erlitten hatte.

Die Menge der entweichenden Kohlensäure war noch geringer, als ich diesen Versuch wiederholte, und die Höhe der Quecksilbersäule vermehrte, die das entweichende Gas zu überwältigen hatte.

Es folgt aus diesen Versuchen, dafs, obgleich im trocknen zweifach kohlensauren Kali die ganze Menge der Kohlensäure und des Krystallisationswassers mit dem Kali so innig verbunden ist, dafs, wie aus dem ersten und zweiten Versuche hervorgeht, weder durch Einwirkung der Schwefelsäure bei Aufhebung des atmosphärischen Druckes, noch durch Einwirkung des Kalihydrats dieselben dem festen Salze entzogen werden können, diefs doch bei einer kalt bereiteten Auflösung des Salzes im Wasser der Fall ist. Es ergiebt sich aus dem 5ten Versuche, dafs schon die Aufhebung des atmosphärischen Druckes hin-

reichend ist, der Auflösung bei der gewöhnlichen Temperatur Kohlensäure zu entziehen. Da nun aber fremde Gasarten, also auch ein Gemenge von Stickstoffgas und Sauerstoffgas auf Kohlensäure, die in einer Auflösung nur schwach gebunden ist, keinen Druck ausüben, und eben so wirken, wie ein luftleerer Raum, und die höchst geringe Menge von Kohlensäuregas in der atmosphärischen Luft keinen bedeutenden Druck ausüben kann, so muſs eine kalt bereitete Auflösung des zweifach kohlensauren Kalis sich schon in der gewöhnlichen atmosphärischen Luft zersetzen und Kohlensäure entwickeln. Das entweichende Kohlensäuregas bildet aber eine Schicht über der Auflösung, und verhindert, daſs, wenn diese Schicht nicht fortgenommen wird, die Auflösung des Salzes sich ferner merklich schnell zersetze. Nimmt man indessen diese Schicht der Kohlensäure fort, sey es, indem man die Auflösung kocht, wobei die Wasserdämpfe die Kohlensäure forttreiben, oder durch Einwirkung des luftleeren Raumes, besonders aber durch neben die Auflösung gestelltes Kalihydrat, so entweicht Kohlensäure in Menge, und durch lange fortwährende Einwirkung der genannten Mittel würde endlich das zweifach kohlensaure Kali sich vollständig in einfach kohlensaures verwandeln.

Man kann daher die Auflösung des Bicarbonats gewissermaſsen mit einer Auflösung von Alkohol oder von Chlorwasserstoffgas im Wasser vergleichen, in welcher, wenn die Verwandtschaft des Wassers zum Alkohol oder zum Chlorwasserstoff die Spannkraft dieser flüchtigen Stoffe das Gleichgewicht hält, bei einem bestimmten Verhältnisse der Bestandtheile, dieses Verhältniſs durch's Kochen, oder durch Aufhebung des atmosphärischen Drucks nicht mehr verändert werden kann, wie das der Fall ist, wenn die Auflösung des Kalibicarbonats sich in eine Auflösung des einfachen Carbonats verwandelt hat. Aber von diesen Beispielen von Auflösungen unterscheidet sich das zweifach kohlensaure Kali, oder die zweifach kohlensauren

[redacted]

feuerbeständigen Alkalien überhaupt wesentlich dadurch, dafs sie im festen Zustande dargestellt werden können, in welchem durch vermehrte Cohäsion die Kohlensäure inniger gebunden wird.

Die Verwandtschaft der Kohlensäure zu einer Auflösung des einfach kohlensauren Kalis, um ein anderthalbfach kohlensaures Salz zu bilden, ist, wenn sie wirklich stattfinden sollte, wie es nach dem 6ten und 7ten Versuche vielleicht wahrscheinlich seyn kann, so schwach, dafs diese Verbindung, wenn sie im luftleeren Raume bis zur Trocknifs abgedampft wird, sich in zweifach kohlensaures Kali, das im festen Zustande nicht weiter bei Aufhebung des atmosphärischen Drucks zersetzt werden kann, und in einfach kohlensaures Kali verwandelt.

Ich habe sehr oft die Auflösung des zweifach kohlensauren Kalis unter der Luftpumpe über Schwefelsäure bis zur Trocknifs verdunstet, um Krystalle vom anderthalbfach kohlensauren Kali zu erhalten, wie sie Berthollet dargestellt hat [1]). Ich erhielt aber immer nur eine Masse, von welcher ein Theil in feuchter Luft zerflofs, während in der nicht zerflossenen Masse nur Krystalle des zweifach kohlensauren Salzes bemerkt werden konnten, die hinsichtlich der Form sich von einem auf eine andere Weise krystallisirt dargestellten Bicarbonate nicht unterschieden. Ich mufs indessen bemerken, dafs zwar die zuerst zerflossene Masse einen Niederschlag in der Kälte in einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde hervorbrachte, daher auch nur einfach kohlensaures Kali enthielt, dafs indessen, als diefs von den Krystallen des Bicarbonats abgetröpfelt worden war, die Masse, die später zerflofs, mit Wasser verdünnt diese Eigenschaft nicht besafs, was aber von einer kleinen Beimengung des zweifach kohlensauren Salzes herrührt. — Man mufs übrigens beim Prüfen der Auflösung des kohlensauren Alkalis (es sey Kali oder Natron) vermittelst schwe-

1) *Mémoires de la Societé d'Arcueil*, p. 472.

felsaurer Talkerde, um zu sehen, ob es blofs aus einfach kohlensaurem Salze bestehe, oder ob es einen Ueberschufs von Kohlensäure enthalte, vorsichtig seyn, besonders wenn man kleine Mengen untersucht, da der Niederschlag, den einfach kohlensaure Salze in jener Auflösung in der Kälte hervorbringen, in einem Ueberschufs der Auflösung des einfach kohlensauren Salzes und der schwefelsauren Talkerde auflöslich ist.

Natron und Kohlensäure.

Da das anderthalbfache kohlensaure Natron nicht nur in grofsen Massen und an vielen Orten in der Natur vorkommt, sondern auch künstlich krystallisirt dargestellt werden kann, so mufste es mir sehr wahrscheinlich erscheinen, dafs die Verwandtschaft einer Auflösung des einfach kohlensauren Natrons zu der Menge Kohlensäure, die nöthig ist, um anderthalbfach kohlensaures Salz zu bilden, gröfser sey, als bei den entsprechenden Kaliverbindungen. Es ist auch eine allgemeine Annahme, dafs die Auflösung des zweifach kohlensauren Natrons sowohl durch's Kochen, als auch durch Aufhebung des atmosphärischen Drucks in das anderthalbfache kohlensaure Salz sich verwandelt. Einige Versuche indessen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, entsprechen dieser Vermuthung keinesweges.

10) 1,9705 Grm. ausgezeichnet schöner Krystalle vom zweifach kohlensauren Natron wurden in 18 Loth Wasser aufgelöst und über Schwefelsäure im luftleeren Raume bis zur Trocknifs abgedampft. Die entweichende Kohlensäure wurde von Zeit zu Zeit durch Pumpen fortgeschafft. Die trockne Masse in kaltem Wasser aufgelöst, gab, mit einer Auflösung von Chlorcalcium und Ammoniak behandelt, 1,726 Grm. kohlensaure Kalkerde, in welcher 0,7544 Grm. Kohlensäure enthalten sind. Es sind diefs 38,28 Proc. Kohlensäure; was ziemlich einer Menge ent-

spricht, die im anderthalbfach kohlensauren Natron enthalten sind. Würde das Bicarbonat sich in dieses Salz verwandeln, so müfsten sich auf 100 Theile 13,05 Theile Kohlensäure entwickeln und 39,15 Theile beim Natron bleiben. Es schien mir bei Wiederholungen dieses Versuches, als wenn die Kohlensäure im luftleeren Raume minder heftig sich aus dieser Auflösung entwickle, wie aus der des Kalisalzes. — Ohne Anwendung der Schwefelsäure würde sich innerhalb einer halben Stunde bei weitem weniger Kohlensäure entwickelt haben. Döbereiner behauptet indessen, auf diese Weise das Bicarbonat in anderthalbfach kohlensaures Salz verwandelt, zu haben [1]).

11) Ich wiederholte den 8ten Versuch mit einer Menge von 1,264 Grm. des Natron-Bicarbonats, und kochte dieselbe mit derselben Menge von Wasser, wie beim angeführten Versuch das Kalisalz. Auch in diesem Falle gab der Versuch kein reines Resultat, da das Glas sehr angegriffen worden war, und sich ein unlöslicher Niederschlag gebildet hatte, der kohlensaure Kalkerde enthielt. Die filtrirte Auflösung gab, auf die oft erwähnte Weise behandelt, 0,918 Grm. kohlensaurer Kalkerde, welche 0,40124 Grm. Kohlensäure enthalten, die 31,74 Proc. entsprechen. Es ist diefs eine gröfsere Menge, als dem Carbonate, eine weit geringere aber, als dem anderthalbfach kohlensauren Salze entspricht. Im ersteren Falle müfste 26,10 Proc., im zweiten 39,15 Kohlensäure erhalten worden seyn.

Es widerspricht dieses Resultat aber der Meinung, dafs durch's Kochen der Auflösung des Bicarbonats nur anderthalbfach kohlensaures Salz entstände. Würde das Kochen länger fortgesetzt worden seyn, besonders in einer offenen Schale, so würde das Bicarbonat sich vollständig in Carbonat verwandelt haben.

Ich löste sowohl Tronasalz, als auch künstlich be-

1) Gilbert's Annalen, Bd. LXXII S. 215.

reitetes anderthalbfach kohlensaures Natron in Wasser auf, und liefs die Auflösung in einer offenen Platinschale längere Zeit, unter Erneuerung des verdampften Wassers, kochen. Nach einem Kochen von mehreren Stunden gab die gänzlich erkaltete Auflösung einen Niederschlag in der Kälte durch Zusatz einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde. Das anderthalbfach kohlensaure Natron hatte sich also durch's Kochen in Carbonat verwandelt.

Als ich krystallisirtes Tronasalz, in kaltem Wasser aufgelöst, über Schwefelsäure im luftleeren Raume, doch nicht bis zur Trocknifs, abgedampft, so bemerkte ich keine sichtliche Entwicklung von Kohlensäuregas; ich erhielt am Rande der Schale eine Efflorescenz, die, in Wasser aufgelöst, mit schwefelsaurer Talkerde keine Fällung gab, ferner körnige kleine Krystalle, die mir der Form nach Bicarbonat zu seyn schienen, schwer im Wasser auflöslich waren, und in der Auflösung ebenfalls nicht durch schwefelsaure Talkerde gefällt wurden, und endlich grofse Krystalle, die deutlich die Form des gewöhnlichen Carbonats hatten, an der Luft verwitterten, und deren Auflösung durch schwefelsaure Talkerde in der Kälte gefällt wurde. Krystalle von Tronasalz konnten nicht bemerkt werden. — Bei diesem Versuch hatte sich also das anderthalbfach kohlensaure Natron in Bicarbonat und in Carbonat verwandelt.

Die künstliche Darstellung des krystallisirten anderthalbfach kohlensauren Natrons glückt daher nicht immer; sie hängt von Umständen ab, die noch nicht gehörig erörtert worden sind. Hr. Soltmann, in dessen Fabrik grofse Mengen von Natron-Bicarbonat dargestellt werden, konnte mir eben so wenig, wie Hr. Bauer, der dasselbe seit mehreren Jahren in dieser Anstalt bereitet, diese Umstände angeben; sie erhielten die Krystalle des anderthalbfach kohlensauren Salzes, die sie mir mittheilten, nur durch Zufall, gewöhnlich durch Abdampfen einer

[redacted]

ner Auflösung des Bicarbonats, aber nie durch unmittelbare Mischung desselben mit Carbonat und Wasser [1]).

Die mir mitgetheilten Krystalle des anderthalbfach kohlensauren Salzes sind klein, verwittern nicht an der Luft, und haben ganz die Form, und daher auch die Zusammensetzung des Tronasalzes. Sie sind aber so innig mit einer kleinen Menge von verwittertem Carbonate gemengt, dafs sie bei der Analyse etwas weniger Kohlensäure gaben, als im Tronasalze enthalten ist. — Durch Umkrystallisation kann man aus ihnen nicht das Salz wiederum darstellen.

Wie schwach die Bestandtheile in diesem Salze verbunden sind, zeigt besonders noch folgender Versuch:

12) 0,821 Grm. vom Bicarbonate des Natrons [2]) wurden in ungefähr 1 Loth kaltem Wasser aufgelöst, und bei der gewöhnlichen Temperatur und atmosphärischem Druck über Schwefelsäure abgedampft, nachdem die Auflösung mit einer grofsen Menge von Kalihydrat umgeben worden war. Die Auflösung trocknete schneller ein, als die des entsprechenden Kalisalzes im 4ten Versuche. Die eingetrocknete verwitterte Masse wog 0,666 Grm.; das Gewicht derselben veränderte sich nicht mehr, als sie länger der Einwirkung der Schwefelsäure und des Kalihydrats ausgesetzt wurde. — Sie wurde von Neuem in 1 Loth Wasser aufgelöst und wiederum auf die beschriebene Weise eingetrocknet. Sie wog nun 0,643 Grm. In Wasser aufgelöst, gab die Auflösung vermittelst Chlorcalcium und Ammoniak 0,564 Grm. kohlensaure Kalkerde, die 0,2465 Grm. Kohlensäure enthalten. Das ist nur

1) Hiermit stimmen die Versuche von Schindler (Geiger's Magazin, Bd. XXXIII S. 11), und selbst die von Winckler (Buchner's Repertorium, Bd. XLVIII S. 215) überein, der die Verbindung nur vermittelst Alkohol darstellen konnte.

2) Das zu allen Versuchen angewandte Bicarbonat hatte genau die Zusammensetzung, wie sie Berzelius angiebt. 1,954 Grm. davon wogen nach dem Glühen im Platintiegel 1,235 Grm.; der Gewichtsverlust an Wasser und Kohlensäure beträgt also 36,80 Procent; nach Berzelius beträgt er 36,84 Procent.

etwas mehr, um Carbonat mit dem Natron im angewandten Bicarbonate zu bilden. Die trockne Masse bestand aus 0,3043 Natron, 0,2465 Kohlensäure und 0,0922 Wasser. Die genannte Menge des Natrons bedarf 0,215 Grm. Kohlensäure, um Carbonat zu bilden. — Unstreitig hätte sich dasselbe gebildet, wenn die Masse noch ein oder einige Mal aufgelöst und abgedampft worden wäre.

Da weder die Auflösungen des zweifach kohlensauren Kalis, noch die des entsprechenden Natronsalzes genau in Auflösungen von anderthalbfach kohlensauren Salzen sich verwandeln, so ist die gewöhnliche Methode, in Mineralwassern die Menge der Kohlensäure zu bestimmen, wohl keine zuverlässige. Nach dieser sucht man durch Kochen des Mineralwassers die Menge der Kohlensäure zu bestimmen, die bei dieser Temperatur entweicht, und die man gewöhnlich freie und halbgebundene Kohlensäure des Mineralwassers nennt. Die Menge derselben ist aber verschieden nach der Dauer des Kochens und dem Drucke der Quecksilbersäule, den das entweichende Gas zu durchbrechen hat; auch ist es mit Unsicherheit verknüpft, die Menge des Kohlensäuregases zu bestimmen, die das Wasser enthält, das überdestillirt worden ist. Ich halte es daher für zweckmäfsiger, bei diesen Analysen die Menge der Kohlensäure im Mineralwasser durch Fällung vermittelst einer Auflösung von Chlorcalcium, oder besser von Chlorbaryum zu bestimmen. Zu dem Ende setzt man zu dem Wasser eine Auflösung eines dieser Salze und eine hinreichende Menge Ammoniak, und läfst den Niederschlag in einer Flasche, die gut verkorkt werden kan, sich absetzen, worauf man ihn, gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft geschützt, filtrirt. Hat man ein Baryterdesalz zur Fällung angewandt, so enthält der Niederschlag die ganze Menge der Schwefelsäure des Mineralwassers, und auch die Phosphorsäure desselben, wenn dieselbe zugegen ist. Nach dem Wägen des geglühten Niederschlags trennt man die schwefelsaure Baryterde durch eine Säure und bestimmt

[redacted]

die Menge der Phosphorsäure in der Auflösung. — Da diese Mineralwässer aber in Kohlensäure aufgelöste kohlensaure Erden und Eisenoxyd enthalten, die hierbei ebenfalls durch das Ammoniak gefällt werden, so ist es am besten ein Theil des Wassers zu kochen, und das Gewicht des dadurch entstandenen Niederschlags von kohlensauren Erden und Eisenoxyd von dem Gewichte des Niederschlags abzuziehen, der durch die mit Ammoniak versetzte Auflösung von Chlorbaryum oder Chlorcalcium erzeugt wurde.

Diese Methode wird nur dadurch unsicher, dafs kohlensaure Baryterde und kohlensaure Kalkerde nicht ganz unlöslich im Wasser sind, und letztere sich gern, doch nur bei unvorsichtiger Behandlung, fest an die Wände des Gefäfses absetzt. Diese Umstände überwiegen indessen nicht die anderen Vortheile, da man nach einiger Uebung sehr leicht dahin gelangt, den Niederschlag gerade so lange auszusüfsen, als es nothwendig ist.

XVI. *Bemerkungen über Versuche, die an verschiedenen Orten angestellt sind, Hohöfen mit erwärmter Luft zu treiben;*

von P. Sobolewskoy,

Obristen im K. Russ. Berg-Ingenieur-Korps.

Kein metallurgischer Procefs liefert so mannigfaltige Resultate, als das Verschmelzen von Eisenerzen auf Gufseisen. Ohne von früheren Zeiten zu sprechen, wo die Siderotechnick noch in ihrer Kindheit war, und wo man ihre Grundsätze nicht studirte, will ich nur bemerken, dafs auch heut zu Tage viele Eisenhütten bei gleichen Localverhältnissen dennoch nicht gleiche Mengen Metall ausbringen, und dazu noch häufig Quantitäten von Brennmaterial verbrauchen, welche in keinem Verhältnifs stehen mit dem was man auf andern Hütten sieht, obgleich

die Ersparnifs desselben eins der wichtigsten Gegenstände der bergmännischen Verwaltung ist. Man kann eine Menge von Beispielen davon aufzählen, und die gerade jene Gegenden betreffen, wo man sich am meisten damit beschäftigt. In England verbrauchte man in den Grafschaften Straffordshire, Schropshire und in Wales bis zur Zeit der neuesten Verbesserung auf ein Theil Gufseisen 4 Theile, dem Gewichte nach, ungebrannter Steinkohlen. In Yorkshire verbrauchte man für dieselbe Menge Gufseisen 4½ Theil Steinkohlen. In Schottland aber 8 Theile. In Rufsland bringen einige Hütten auf ein Theil Holzkohlen 1,4 Theile Gufseisen aus, dagegen andere auf ein Theil Holzkohlen nur 0,4 Gufseisen erhalten. Man schiebt gewöhnlich die Ursachen so grofser Verschiedenheiten in den Resultaten theils auf die Qualität der Erze, theils auf die Bauart der Hohöfen, ich hoffe aber das ungegründete dieser Meinungen durch beifolgende Erläuterungen zu beweisen.

Vor Kurzem war die Aufmerksamkeit ganz allgemein nur auf die zuerst von Nilson, Director der Gasanstalt auf den Hütten von Clyde und Calder, in der Nähe von Glasgow, angestellten Versuche gerichtet. Er erbaute einen Apparat, der aus einer Menge gufseiserner Röhren von grofsem Durchmesser bestand. Indem er sie bis zum dunkeln Rothglühen erhitzte, liefs er die Luft, die in die Hohofen geblasen wurde, durchstreichen, und erhöhte dadurch deren Temperatur von 200° F. oder 93° $\frac{1}{3}$ C. bis auf 612° F. oder 322°,2 C. Er fand dabei, dafs, je mehr die Temperatur der Luft gesteigert wurde, desto mehr auch Brennmaterial erspart wurde. Man fand in der Folge, dafs man bei Anwendung erhitzter Luft statt Coaks in den Hohöfen geradezu rohe Steinkohlen verbrauchen könne, und verminderte dadurch die Kosten für das Brennmaterial auf mehr als die Hälfte. Statt 8 Theile Steinkohle, die man früher verbrauchte, um einen Theil Gufseisen auszubringen, verbraucht man davon heute nur 2,95 Theile. Zu gleicher Zeit vermin-

[redacted]

derte man die Menge der Zuschläge zu den Erzen; das Metall fing nun an sich reiner auszuscheiden, und dessen Quantität sowohl als Qualität gewann bedeutend im Verhältnifs zu früheren Resultaten bei dem Einblasen von kalter Luft. Alle diese Vortheile wurden der Einwirkung erhitzter Luft zugeschrieben.

Auf anderen Hütten Schottlands beeilte man sich diese Entdeckung zu benutzen; nach den letzten Nachrichten waren schon auf 20 Hütten 67 Hohöfen mit erwärmter Luft in Gang gesetzt worden, obzwar nicht alle mit gleichem Erfolge.

Diese Entdeckung ging bald in andere Länder über. Es ist bekannt, dafs man im Königreich Würtemberg auf der Hütte Wasseralfingen zwei Hohöfen, in denen Eisenerze mit Holzkohlen verschmolzen werden, gegenwärtig durch erwärmte Luft betreibt. Statt 1,85 Theile Holzkohlen, die früher verbraucht wurden, um ein Theil Gufseisen zu erzeugen, verbraucht man jetzt nicht mehr als 1,37 Theile.

In Frankreich folgten mehrere Anstalten dem Beispiele Schottlands, und erwarteten grofse Vortheile von dieser Entdeckung, die einer ihrer bekanntesten Berg-Ingenieure für die *ruhmvollste* und zugleich für die *höchste Vollendung* metallurgischer Kunst erklärte.

Ueberall, wo man sich mit diesem Gegenstande beschäftigte, suchte man die günstigen Resultate, die die erwärmte Luft geliefert hat, dem Umstande zuzuschreiben, dafs früher die kalte Luft das hinlängliche Steigern der Temperatur gehindert hätte. Eine andere Ursache fand man nicht.

Nach so zahlreichen und glücklichen Erfolgen, und nach der so bestimmt ausgesprochenen Meinung ausgezeichneter Metallurgen, kann man keinen Zweifel über die Zuverlässigkeit der oben angeführten Resultate haben. Meine Absicht ist also keinesweges sie zu bestreiten, sondern blofs zu zeigen, dafs die günstigen Resultate nicht

dem Erwärmen der Luft zuzuschreiben sind, und daſs man sie durch andere Mittel, ohne alle Unkosten, ohne alle Veränderung am Hohofen erzielen könne. Um dieſs zu erläutern finde ich mich genöthigt den Vorgang des Hohofens näher zu beleuchten.

Bekanntlich wählt man zur Verarbeitung im Groſsen unter den Eisenerzen nur die Oxyde, entweder reine oder verbunden mit Wasser oder Kohlensäure. Um das Metall daraus zu gewinnen, müssen sie nur reducirt oder desoxydirt und zusammengeschmolzen werden. Wenn die Schmelzhitze die noch nicht vollständig reducirten Erze trifft, so kann aus ihnen nicht die ganze Menge des Metalles erhalten werden, sondern ein groſser Theil davon geht in die Schlacken über. Demnach ist der Zweck des Hohofenprocesses: 1) die Erze eine hinlängliche Zeit hindurch in Berührung mit den brennbaren Gasen und mit den glühenden Kohlen zu erhalten, und 2) dem Hohofen eine Temperatur mitzutheilen, die hinlänglich ist, um das durch oben erwähnte Berührung hergestellte Metall, als auch die erdigen Theile, die die Schlacken bilden sollen, zum Schmelzen zu bringen.

Die Länge der Zeit, die erforderlich ist, um die Eisenerze zu reduciren, hängt von ihrer Zusammensetzung und ihrem Gefüge ab. Es ist natürlich, daſs der dichte Magneteisenstein einer längeren Zeit dazu bedarf, als die lockeren Wiesen- und Sumpferze. In beiden Fällen kann der Unterschied ziemlich bedeutend seyn, und die Nichtbeachtung dieses Umstandes muſs nothwendig dem Gange des Processes schaden. Die Höhe des Ofens, so wie auch seine übrigen Dimensionen üben auf die Dauer der Berührung zwischen den Erzen und den reducirenden Stoffen nur eine Wirkung aus, die bloſs von der Menge der zuströmenden Luft oder von dem in ihr enthaltenen Sauerstoff abhängt. Wenn diese Menge so groſs ist, daſs die Kohle Zeit hat zu verbrennen eher als das aufgegebene Erz Zeit hat reducirt zu werden, so wird

[redacted]

auch der höchste Hohofen eben so unvortheilhafte Resultate liefern als ein zu niedriger.

Es ist auch bekannt, dafs die Erhöhung der Temperatur beim Brennen nicht sowohl von der Quantität der Luft abhängt, als von der Schnelligkeit mit der sie dem brennenden Körper zuströmt. Dieser letzte Umstand wird aber leider nur zu wenig berücksichtigt.

Die Erfahrung hat bewiesen, dafs beim Verschmelzen von Eisenerzen, die Luft eine höhere Temperatur hervorbringt, wenn sie mit gröfserer Schnelligkeit, aber in geringerer Masse zuströmt. Unter diesen Umständen verbrennt die Kohle langsamer und die Gichten gehen weniger häufig nieder; das Erz aber, welches längere Zeit in Berührung mit den reducirenden Stoffen verweilt, ist schon vollständig, wenn es den Schmelzraum erreicht, es kann daher die Beschickung vermehrt werden, und das Resultat wird günstiger. Dafs das schnelle Zuströmen der Luft zur Erhöhung der Temperatur beitrage, ohne die Menge der verzehrten Kohlen zu vergröfsern, davon sehen wir viele Beispiele im gemeinen Leben. Das erste Beispiel davon giebt uns das Löthrohr. Ein feiner Strom Luft, mit einer gewissen gleichmäfsigen Kraft auf die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes gerichtet, bringt mittelst dieser eine Hitze hervor, die im Stande ist einen ihr auf einer kalten Kohle vorgehaltenen Stoff in so kurzer Zeit zum Schmelzen zu bringen, dafs kaum ein Erbsen grofses Stück Kohle verbrennt, da hingegen kann derselbe Stoff, ohne Hülfe eines gedrängten Luftstromes erst mit dem Aufwande eines grofsen Stückes Kohle geschmolzen werden.

Hr. Knauf, Mitglied des gelehrten Comité des Bergkorps zu St. Petersburg, fand, als er im Auftrage der Regierung in Petro-Sanodsk Versuche über vermehrtes Verschmelzen von Eisenerzen anstellte, dafs 100 K.F. Luft, die unter dem Drucke von 2 Zoll Quecksilberhöhe einströmten, eine Hitze hervorbrachten, die derjenigen gleich kam, welche von dem Einströmen von 200 K.F.

Luft, aber unter dem Drucke von einem Zoll Quecksilber hervorgebracht wurde, und zwar nur mit dem Unterschiede, dafs in dem letzten Falle die doppelte Menge Kohle nutzlos verbrannte.

Daraus kann man sehen, dafs das Zubringen der Luft zu den Hohöfen, in verhältnifsmäfsiger Menge und unter verhältnifsmäfsigem Drucke oder Schnelligkeit, den Gegenstand der beständigen Aufmerksamkeit aller Eisenhütten-Besitzer ausmachen mufs.

Es gereicht den Besitzern der Russischen Eisenhütten zur Ehre, dafs sie diesen wichtigen Gegenstand nicht ganz aufser Acht gelassen haben. Viele von ihnen haben eine besondere Sorgfalt auf die Regulirung des Gebläses verwandt. Heut zu Tage werden auf achtzehn Eisenhütten des Uralgebirges mehr als 262,500 Kubik-Arschinen Holzkohlen in dem Verhältnifs zu dem Verbrauche des Jahres 1806 erspart. Besondere Beachtung verdient die Ersparnifs an Brennmaterial, die man auf einigen Russischen Hütten erreicht hat. Auf den Hütten der Erben des Kaufmanns Bastorgoueff bringt man täglich bis auf 700 Pud (233 Centner) Gufseisen aus, und verbraucht dazu nur 500 Pud oder 166 Centner Kohlen meist aus Birkenholz. Früherhin verbrauchte man auf denselben Hütten, um dieselbe Menge Gufseisen auszubringen, 1000 Pud Kohle. Dieses Resultat überwiegt bei weitem alles oben über Schottland Erwähnte.

Das Mittel, wodurch man in Rufsland so wesentliche Vortheile bei dem Hüttenbetriebe erlangte, ist sehr einfach, und verlangt keine besonderen Apparate und Unkosten. Man kann dessen Zuverlässigkeit an jedem Hohofen, der im Gange ist, erproben. Es besteht in der sorgfältigen Beobachtung der eingeblasenen Luft und in der gehörigen Regulirung ihrer Geschwindigkeit. Diefs erlangt man durch ein gehöriges Verengen der Düse, und dadurch, dafs man, je geringer die Oeffnung derselben ist, den Windmesser einen gröfseren Druck anzeigen läfst.

[redacted]

Der Nutzen der erwärmten Luft hängt auch lediglich von der Quantität der eingeblasenen Luft und der ihr mitgetheilten Schnelligkeit ab. In der That wird die Luft, wenn sie bis zu der Temperatur erhitzt wird, wie es in Schottland geschehen, nahe auf den doppelten Umfang dilatirt, und es wird, wenn auch die ausströmende Luft eine gröfsere Schnelligkeit erlangt, doch eine geringere Menge Luft in den Ofen befördert, als beim Gebrauche kalter Luft, und zwar im umgekehrten Verhältnifs der Temperatur. Je mehr die Luft erwärmt wird, desto geringer wird auch die Quantität, die durch dieselbe Düse durchströmen kann, und diefs ist die eigentliche Ursache der günstigen Resultate mit erwärmter Luft. Wenn man die geringe Erhöhung der Temperatur, die die erwärmte Luft erreicht, mit der Temperatur vergleicht, bei der die Erze schmelzen, so überzeugt man sich leicht, dafs die Erklärung, die der Erfinder von dem günstigen Erfolge giebt, indem er ihn dem Umstande zuschreibt, dafs der Ofen durch das beständige Zuströmen warmer Luft nicht abgekühlt werde, keine Beachtung verdiene.

Ungeachtet der grofsen Vortheile, die, wie wir gesehen haben, auf der Clyde'schen Hütte erlangt worden sind, so erreicht jener Betrieb dennoch den gewöhnlichen englischen nicht, indem dort mehrere Hütten, bei Anwendung kalter Luft, auf einen Theil Gufseisen nicht viel über 2 Theile Steinkohlen verbrauchen. Auf einigen dieser Hütten hat man es versucht, die eingeblasene Luft zu erwärmen, aber mit ungünstigem Erfolge, was wahrscheinlich seinen Grund darin hat, dafs auf diesen Hütten die Menge und die Schnelligkeit der zuströmenden Luft sich schon in dem Verhältnifs befand, wie es der vortheilhafteste Betrieb erheischt.

Der Nutzen der erwärmten Luft hat sich auch in anderen Gegenden, vorzugsweise aber nur auf den Hütten bewährt, wo man, gleich den Schottländischen, bis

dahin eine zu große Menge von Luft verbrauchte, und dadurch eines großen Aufwands an Kohle bedurfte.

Es wäre zu wünschen, daß in den Beschreibungen der Betriebe mit erwärmter Luft, in Schottland sowohl als auch in anderen Gegenden, alle nöthigen Data angegeben worden wären, um daraus das Verhältniß des Verminderns der eingeblasenen Luft zur Erhöhung der Temperatur herzuleiten. Bei einigen der Einrichtungen waren aber gar keine Windmesser angebracht, und wenn bei andern auch welche gebraucht wurden, so waren sie von mangelhafter Construction, indem sie den Druck nicht durch die Höhe einer Quecksilbersäule anzeigten, sondern ihn durch das Gewicht auf eine Fläche von einer gegebene Größe angaben. Bei allen dem sieht man aus den Beobachtungen des Französischen Ingenieur Dufrénoy, daß in der Caldron'schen Hütte die Menge der Luft beim Erwärmen derselben auf 612° F. (322° C.) von 3500 Kubikfuß auf 2626 Kubikfuß in der Minute vermindert worden ist.

Es ist zu bedauern, daß Dufrénoy, der diese Beobachtungen gemacht hat, nicht gleich auf die wahre Ursache kam, und den Versuch machte, mit kalter Luft dieselben Vortheile durch Verminderung der Quantität derselben im oben erwähnten Verhältnisse zu erreichen. — Dieser Versuch hätte ihm ohne Zweifel gezeigt, daß man durch Verengern der Düse den Hohofen in denselben Zustand versetzen könne, in dem er sich beim Einblasen warmer Luft befindet. Ein guter Hohofen-Schmelzer kann durch gehöriges Reguliren des Gebläses das Niederbrennen der Gichten nach Maßgabe der Nothwendigkeit verlangsamen, und dadurch eine vollständigere Ausscheidung des Metalles bewirken. Durch Beobachtung des Windmessers und gehöriges Zusammendrücken der Luft kann er bei jedem Ofen, welche Construction er auch habe, bedeutende Ersparnisse an Brennmaterial

bewirken. Zum Beweise dessen kann man die Kortsche-Gerskische Hütte im Olonetzkischen Bezirk anführen.

Auf dieser Hütte konnte man seit der Zeit des bekannten Gascoins bei allen Bemühungen der früheren Verwaltung nie mehr als 21 Pud Erz auf einen Korb, oder nahe 5 Kubik-Arschinen Kohle verschmelzen. Heut zu Tage ist man, durch die Bemühungen des Hrn. Knauff, bei Beobachtung des Windmessers und Verengern der Düse dahin gekommen, 37 Pud mit derselben Menge Kohle zu verschmelzen.

Alles dieses zeigt nach meiner Meinung deutlich, daſs der Vortheil des Verschmelzens mit erwärmter Luft davon abhängt, daſs durch eine mäſsigere Wirkung des Gebläses der Gang der Gichten vermindert wird, und folglich das Erz längere Zeit mit den im Ofen sich bildenden brennbaren Gasen und der glühenden Kohle in Berührung bleibt. Dadurch erhält man die Möglichkeit, die Beschickung im Verhältniſs dieser Verlangsamung zu vermehren und so ein günstiges Resultat zu erreichen. Wenn man also durch Verengerung der Düse, bei Anwendung von kalter Luft, dieselben Vortheile erreichen kann, scheint es überflüssig zu seyn, seine Zuflucht zu theuern Einrichtungen zu nehmen.

Um zu zeigen wie vortheilhaft das längere Verweilen der Beschickung in Berührung mit den brennenden Kohlen ist, will ich ein Beispiel anführen, welches ich aus dem Gange der dem Obersten Fock gehörigen Hütte zu Sumbula entnommen habe. Dort wurden seit sieben Jahren Eisenerze nicht durch Kohle, sondern durch Holz verschmolzen. Bei dem Anblasen des Ofens im Jahre 1830 wurde eine runde Düse mit zweizölliger Oeffnung im Durchmesser gebraucht. Die Gichten, die, wie immer, drei Kubik-Arschinen Holz enthielten, brannten sehr schnell, nämlich zu 50 in 24 Stunden nieder. Die Beschickung bestand aus 10 Pud Erz auf jede Gicht, und ob zwar im Schmelzraume alles in Ordnung zu seyn

schien, so wurde doch gar kein Gufseisen erhalten. Die Verminderung der Beschickung bis auf 6 Pud half durchaus nicht, und das Gestell füllte sich blofs mit einer Schlacke an, die der Frischeisenschlacke vollkommen glich; sie war vollkommen flüssig, und flofs beim Ausstechen wie Gufseisen, hatte auch beim Erkalten dessen äufseres Ansehen, war aber im Innern krystallisirt, gleich wie Frischschlacken. Als man aber die zweizöllige Düse mit einer einzölligen vertauschte, so erschien bald Gufseisen, und zwar sehr weiches, statt 50 Gichten aber gingen nur 20 in den 24 Stunden nieder. In diesen Bemerkungen habe ich häufig darauf angedeutet, dafs es unumgänglich nöthig sey, die Angaben eines gut eingerichteten Windmessers zu beobachten. Darunter verstehe ich aber einen Windmesser, der aus einer S-förmig gebogenen Röhre besteht und mit Quecksilber gefüllt ist. Das eine Ende wird in die Röhre, durch welche die Luft eingetrieben wird, luftdicht eingepafst, das andere Ende enthält einen Schwimmer, der als Zeiger dient. Wenn der Druck der Luft das Quecksilber von der einen Seite niederprefst, so steigt es im anderen Arme der Röhre hinauf und schiebt den Zeiger in die Höhe. Auf einer besonderen Skale liest man die Höhe der Quecksilbersäule ab, die den Druck anzeigt. Es versteht sich von selbst, dafs die Röhre in allen ihren Theilen von gleichem Durchmesser seyn mufs; solche Windmesser sind für genaue Beobachtungen geeignet, und es wäre zu wünschen, dafs man sich ihren Gebrauch überall zur Pflicht machte. Alle die Nachtheile, die sich beim Schmelzen ereignen, als: zu schnelles oder zu langsames Niederbrennen der Gichten, so auch das Kochen im Schmelzraume, das Verdicken der Schlacken u. dergl., die fast alle der Güte des Gufseisens schaden und die Arbeit erschweren, alle diese Nachtheile können bei gehöriger Beobachtung des Windmessers und guter Behandlung des Gebläses vermieden werden.

Alle, die den Gang eines Hohofens beobachten, würden einer Menge Vorurtheile über Dimensionen der Oefen, über die Nothwendigkeit der Erweiterung im Schachte und andere Gegenstände betreffend, entsagen, wenn nur die Anwendung des Windmessers ihnen geläufig wäre.

In Rufsland kennt man schon hinlänglich den Nutzen dieses Instrumentes, und nur der genauen Beachtung seiner Anzeigen verdankt Hr. Fock den günstigen Erfolg seiner Schmelzung mit Holz, ein Verfahren, das wegen Nichtbeachtung dieser Anzeige noch in keinem anderen Lande mit Erfolg nachgeahmt worden ist.

Ich hoffe, dafs das von mir Gesagte die Veranlassung dazu werden werde, die Versuche über Einblasen warmer Luft mit gröfserer Genauigkeit, als bisher geschehen ist, zu wiederholen, und einige Hüttenbesitzer von einer zu frühzeitigen Nachahmung eines theueren und unsicheren Regulirungsmittels des Gebläses abzuhalten.

XVII. *Ueber den Betrieb der Eisenschmelzöfen mit heifser Luft;*

von C. Pfort, Kurfürstl. Hessischem Hütteninspector, und H. Buff, Lehrer an der höheren Gewerbschule zu Kassel.

(Entnommen aus den von den Verfassern übersandten Studien des Götting. Vereins bergm. Freunde.)

Zu den wesentlichsten Verbesserungen des Eisenschmelzprocesses in neuerer Zeit gehört das Verfahren, die Schmelzöfen mit heifser Luft zu speisen. Da alle hierüber bekannt gewordenen Versuche nicht nur eine ansehnliche Ersparung an Brennmaterial, sondern auch eine Verbesserung des Productes, besonders in Bezug auf seine Gufsfähigkeit versprechen, so hat man daran gedacht dieses

Verfahren auch auf den Kurhessischen Eisenhütten einzuführen. Vorläufige Versuche, die man auf der Eisenhütte zu Weckerhagen angestellt hat, sind sehr befriedigend ausgefallen; und da sie in der doppelten Absicht unternommen wurden, sowohl den practischen Werth des neueren Verfahrens zu prüfen, als auch den wissenschaftlichen Zusammenhang desselben näher zu erforschen, so glauben wir durch Mittheilung der gemachten Erfahrungen uns einigen Dank der Eisenhüttenmänner zu erwerben.

Wegen anhaltenden Wassermangels konnte zu diesen Versuchen nur der Kupolofen in Gang gesetzt werden. Die Resultate der früheren Schmelzungen in diesem Ofen gehörten nicht zu den ausgezeichneten; auch war derselbe zum Betriebe mit Holzkohlen zu niedrig (nur 8 Fufs hoch), und anfänglich zum Coaksbrand eingerichtet, wobei aber stets, aus dem bei einer sehr leichtflüssigen Beschickung erhaltenen Roheisen, ein stark halbirtes oder weifses, nicht besonders vergiefsbares Eisen erfolgte. Der in neuerer Zeit eingeführte Betrieb mit $\frac{1}{3}$ Coaks nnd $\frac{2}{3}$ Holzkohlen, oder wenn letztere sehr gut waren, mit reinen Holzkohlen, gab zwar ein graues Eisen, dessen Gufsfähigkeit jedoch sehr mit der Güte des Brennmaterials wechselte, was bei einem so kleinen Ofen, dessen Erhöhung die Localitäten nicht erlaubten, unvermeidlich war.

Durch Anwendung von heifser Luft sind nun augenblicklich diese Hindernisse verschwunden. Der Ofen liefert das beste und gufsfähigste Eisen, und arbeitet eben so vollkommen in ökonomischer Hinsicht.

Auf die Holzkohlengicht von 3 Kubikfufs (1 Fufs $=287^{mm},7$) war früher der höchste Satz 35 bis 40 Pfund Eisen (1 Pfund $=484,2$ Grm.), und es wurden dann täglich ungefähr 1500 Pfund Eisen umgeschmolzen. Der Abgang betrug durchschnittlich 9 Procent, der Kohlenverbrauch auf 100 Pfund Eisen 8,63 K.F. $=94,9$ Pfd. harte

[redacted]

Kohlen, und das Windquantum 268 K.F. mit 1 Fuſs oder 0,458 Pfund Pressung.

Beim Blasen mit heiſser Luft trugen 3 K.F. Kohlen anhaltend 80 Pfund Eisen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daſs sich dieser Satz bis zu 100 Pfund wird steigern lassen. Es konnte Tag und Nacht ununterbrochen gearbeitet werden, und während 24 Stunden wurden 6400 Pfund Roheisen umgeschmolzen. Der Abgang betrug 5 Procent und der Kohlenverbrauch 3,75 K.F. =41,2 Pfund auf 100 Pfund Eisen. Bei gleicher Pressung muſste eine weitere Düse angesetzt werden.

Die günstigen Resultate der letzteren Methode lassen sich aus dem Umstande, daſs ein Theil der Wärme, die der Wind zu seiner Erwärmung bedarf und welche er sonst dem Ofen entzog, jetzt diesem zu Gute kommt, nicht genügend erklären. Nachstehende einfache Berechnung zeigt dieſs deutlich.

Die Hitze, welche durch Verbrennung von 1 Theil Kohlen entsteht, reicht bekanntlich hin, um wenigstens 70 Th. Wasser von 0° bis 100° zu erwärmen. Nun verhält sich die specif. Wärme der Luft zu der des Wassers wie 0,267 zu 1. Die Hitze von 1 Th. Kohlen ist also vermögend $\frac{70}{0,267}=262$ Th. Luft von 0° bis 100° zu erheben. 100 Th. Luft enthalten gerade genug Sauerstoff, um 8,42 Kohle in Kohlensäure zu verwandeln. Die 262 Theile Luft genügen demnach zur vollständigen Verbrennung von 22 Kohle. Man sieht hieraus, daſs 1 Theil Kohle erforderlich ist, um die zur Verbrennung von 22 anderen Theilen nöthige Luft im Voraus auf 100° zu erheben (2 Th. wären nöthig sie auf 200°, 3 Th. sie auf 300° u. s. w. zu erheben). Dieser Antheil, oder $\frac{1}{22}$, wird gespart, wenn man zur vorläufigen Erhitzung der Luft die Gichtflamme benutzt. Die Ersparung kann durch stärkere Erhitzung des Windes allerdings gesteigert werden. Allein nach den bisherigen Erfahrungen ist

es noch nicht gelungen ihn über 400° C. zu erhitzen; die hieraus erklärbare Ersparung an Brennmaterial beträgt daher nicht über $\frac{4}{22+4}=\frac{2}{13}$ des ganzen Bedarfs.

Da nun aber zufolge unserer sowohl, wie Anderer Erfahrungen weit mehr erspart wird, so müssen hierbei offenbar noch andere Ursachen mitwirken.

Es konnte möglicherweise ein chemischer Einflufs im Spiele seyn. Hierüber suchten wir uns daher vor allen Dingen Aufklärung zu verschaffen.

Zu diesem Behufe wurde eine 4 Fufs lange und 6 Linien weite Glasröhre bis zum vierten Theile ihrer Länge mit kleinen Kohlenstücken gefüllt, ihr vorderes (von den Kohlen entferntes) Ende mit einem Blasebalge, ihr hinteres aber mittelst einer Leitungsröhre mit einem Quecksilberbehälter in Verbindung gesetzt. Man umgab sodann die Glasröhre mit glühenden Kohlen, anfangs nur so weit die Kohlenstückchen reichten, nachher aber ihrer ganzen Länge nach, und liefs unter beiden Umständen Luft durchströmen. Diese in graduirten Röhren über Quecksilber aufgefangen und mit Aetzkali geprüft, enthielt in beiden Fällen 18 bis 21 Procent Kohlensäure.

In zwei den vorhergehenden ähnlichen Glasröhren brachte man hierauf abgewogene Mengen von frisch ausgeglühter und in verschlossenen Gefäfsen abgekühlter Kohle, setzte sie nach einander mit einem Gasometer in Verbindung, der zu einem gleichförmigen Luftstrom eingerichtet war, und erhitzte beide Röhren bis zum Rothglühen; die eine nur so weit die Kohlenstücke gingen, die andere ihrer ganzen Länge nach, so dafs die durchgehende Luft, bevor sie mit den Kohlen in Berührung kommen konnte, ebenfalls sich erhitzen mufste. Beide Versuche wurden rasch nach einander angestellt, und in beiden Fällen 14000 C.C. Luft bei 20° (bei 0° entsprechend 13023 C.C.) durchgetrieben. Bei Anwendung von kalter Luft verbrannten 1,451 Grm., bei Anwendung von

[redacted]

von heifser Luft 1,466 Grm. Kohle; 13023 Luft enthalten 3,729 Grm. Sauerstoff, welche hinreichen, um 1,425 Kohle in Kohlensäure zu verwandeln.

Diese Versuche beweisen zur Genüge, dafs durch die Verbrennung mit kalter Luft die Erzeugung von Kohlenoxyd wenigstens nicht unmittelbar begünstigt wird. Gleichwohl darf nicht unbemerkt bleiben, dafs, so wie der Kupolofen mit heifser Luft gespeifst wurde, über der Gicht die charakteristische blaue Flamme des Kohlenoxydgases sich in eine mehr gelbe verwandelte, was eine Abnahme der Kohlenoxydbildung anzudeuten scheint.

Dieselben Glasröhren, welche schon zu den vorher beschriebenen Versuchen gedient hatten, wurden, wie vorher, mit abgewogenen Mengen Kohle gefüllt, und in geneigter Lage mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung gesetzt. Nachdem die eine wieder der ganzen Länge nach, die andere aber nur am oberen Ende bis zum Glühen erhitzt war, wurden beide zu gleicher Zeit dem Luftzuge geöffnet, und nach Verlauf einer Stunde beide auch wieder gleichzeitig verschlossen. So oft dieser Versuch wiederholt wurde, fand es sich immer, dafs durch die kalte Luft weit (selbst bis zur Hälfte) mehr Kohle, als durch die heifse Luft verbrannt war. Eine Erscheinung, welche, verglichen mit den vorhergehenden Beobachtungen, sich auf keine andere Art erklären läfst, als dafs durch die Erhitzung das Quantum der einströmenden Luft vermindert wird. — Zugleich konnte man bemerken, dafs sich in beiden Röhren, so wie sie dem Zuge geöffnet wurden, die Kohlen zwar mit gleicher Schnelligkeit entzündeten, dafs sich aber die Entzündung in der mit kalter Luft gespeifsten Röhre rasch über den gröfseren Theil der Kohlenstücke verbreitete, während in der anderen Röhre immer nur die vordersten Stückchen, jedoch mit auffallend gröfserer Lichtentwicklung, verbrannten.

Wir glauben hieraus folgenden Schlufs ziehen zu

dürfen: Kalte Luft kann bei ihrem Zutritt zu den Kohlen nicht unmittelbar zur Verbrennung dienen, sondern muſs zuvor zu ihrer Entzündungstemperatur erhoben werden. Hierzu ist aber eine gewisse Zeit erforderlich, während welcher die bewegte Luft ihren Weg fortsetzt. Ihr Sauerstoff kommt daher nicht nur mit einer gröſseren Kohlenmasse in Berührung, als geschehen würde, wenn er gleich bei seinem Zusammentreffen mit dem Brennstoffe demselben zur Nahrung dienen könnte, sondern es kann selbst ein Theil davon unbenutzt wieder entweichen, wie dieſs bei den gewöhnlichen Heitzapparaten beinahe ohne Ausnahme der Fall ist.

Heiſse Luft dagegen, welche unmittelbar bei ihrem Eintritt in den Ofen die zur Entzündung nöthige Temperatur besitzt, nährt augenblicklich mit ganzer Intensität die Verbrennung, wird daher vollständig verzehrt, und concentrirt die dabei entstehende Hitze nicht nur in einem engeren Kreise, sondern steigert sie auch noch bedeutend, indem der zur Verbrennung gänzlich nutzlose Stickstoff weniger davon absorbirt.

Ist daher die Bedingung eines Heitzapparats, eine möglichst hohe Temperatur zu erzeugen, so eignet sich hierzu heiſse Luft offenbar besser als kalte; und dieſs ist bei Hohöfen um so mehr der Fall, weil aller Sauerstoff, welcher unten unbenutzt entweicht, während seines Aufsteigens beständig mit heiſser Kohle in Berührung bleibt, und also einen gewiſs nicht unbeträchtlichen Theil derselben unnützer Weise verzehrt.

Diese theoretischen Ansichten werden durch die Versuche im Groſsen bestätigt. — Als der Kupolofen mit heiſser Luft betrieben wurde, zeigte sich in der Form ein ungewöhnlicher Lichtglanz; sie brauchte nicht geputzt zu werden, und nie sah man breiartige Eisenstücke vor derselben, was früher öfter der Fall war, vielmehr strömte das schmelzende Metall in dünnen weiſsglühenden Tropfen herab. Das gewonnene Roheisen war von grauem,

feinkörnigem Bruche und äufserst gufsfähig, der Abgang kaum halb so stark als früher. Alles diefs deutet darauf hin, dafs durch das neue Verfahren die Temperatur im Ofen bedeutend gestiegen ist, und die Luft gleich bei ihrem Zutritte vollständiger verbrennt.

Ueberdiefs wird durch das heifse Blasen die Bildung von Graphit ungemein befördert, dergestalt, dafs während des Eisenschöpfens, oder wenn nur die Schlakkendecke des Vorherdes gelüftet wurde, der durchblasende Wind einen Regen von Graphitblättchen hervortrieb, welcher alle nah gelegenen Gegenstände bedeckte. Dieser Graphit setzte sich, wie man deutlich sehen konnte, nur aus der geschmolzenen Eisenmasse ab. Es scheint also, dafs in der gröfseren Hitze, welche durch den heifsen Wind hervorgebracht wird, das Eisen mit einer sehr bedeutenden Menge Kohle zusammenschmilzt, die es bei wieder abnehmender Temperatur nicht zurückhalten kann, und welche sich krystallinisch daraus abscheidet, wie ein Salz aus seiner Auflösung in Wasser.

Bei allen mit heifser Luft betriebenen Hoh- und Kupolöfen hat man übereinstimmend wahrgenommen, dafs die Gichten langsamer niedergehen, oder mit anderen Worten, dafs in gleicher Zeit weniger Kohlen verzehrt werden, als früher der Fall war, uneracbtet der bedeutenden Temperaturerhöhung, und obschon die Luft mit derselben Pressung wie früher in den Ofen geblasen wurde. Dieselbe Bemerkung haben wir nicht nur bei den Versuchen im Kupolofen, sondern, wie schon oben erwähnt wurde, auch bei den Versuchen im Kleinen gemacht. Der wesentlichste, wenn auch nicht einzige Grund dieses sonderbaren Verhaltens liegt darin, weil die Gewichtsmenge der in gleicher Zeit zuströmenden heifsen Luft um ein beträchtliches geringer ist.

Um sich hiervon eine deutliche Vorstellung zu machen, mufs man bedenken, dafs die Geschwindigkeit bewegter Gase wesentlich von ihrer Dichtigkeit und Elasti-

cität abhängig ist; z. B. Wasserstoffgas, welches bei gleicher Elasticität 14 Mal leichter ist als atmosphärische Luft, wird unter übrigens gleichen Umständen mit einer Geschwindigkeit ausfliefsen, welche sich zu der der Luft verhält wie $\sqrt{14} : \sqrt{1}$. Auf ähnliche Weise, wie der Wasserstoff, mufs sich erwärmte Luft verhalten, indem sie bei gleicher Elasticität eine geringere Dichtigkeit als die kalte besitzt. Die Ausflufsgeschwindigkeiten kalter und warmer Luft verhalten sich also umgekehrt, wie die Wurzeln ihrer Dichtigkeiten.

Wird z. B. die Luft während ihres Durchgangs durch glühende Röhren bis zu 267° C. erwärmt (bei welcher Temperatur sich ihr Volum bekanntlich verdoppelt), so entsteht gleichsam ein Reservoir, dem ein doppelt so leichtes Gas entströmt, dessen Geschwindigkeit sich also zu der von Luft bei 0° verhält wie $\sqrt{2} : \sqrt{1}$, oder wie 1,4 : 1. Da nun die Ausflufsmengen bei gleichen Oeffnungen sich wie die Geschwindigkeiten verhalten, so folgt, dafs von der erwärmten und leichteren Luft dem kubischen Inhalt nach allerdings mehr, dagegen dem Sauerstoffgehalte nach, weniger ausfliefst, als von der kalten Luft. Um also ein dem früheren gleiches Quantum Sauerstoff in den Ofen treiben zu können, mufs man entweder den Druck verhältnifsmäfsig erhöhen, in unserem Beispiel verdoppeln, oder die Düsenöffnung weiter machen, und zwar so, dafs die Durchmesser der Oeffnungen sich umgekehrt verhalten, wie die vierten Wurzeln aus den Dichtigkeiten der warmen und kalten Luft.

Die gewöhnlichen Formeln, wonach man das Luftvolum berechnet, welches während einer Minute durch die Mündung der Düse strömt, sind, wenn auf Reibung keine Rücksicht genommen zu werden braucht:

$$c = \sqrt{\frac{4g \cdot 770 hb}{b' + h}} \quad \text{und} \quad M = \frac{60 m \pi d^2}{4} \sqrt{\frac{4g \cdot 770 hb}{b' + h}}$$

wo c die Geschwindigkeit, M den Kubikinhalt der Luft,

h den Wasserdruck, d den Durchmesser der Düsenmündung, b den Barometerstand von 28" in Fuſsen Wasserhöhe, b' den mittleren Barometerstand des Ortes in Wasserhöhe ausgedrückt, und endlich m den durch Erfahrung bestimmten Zusammenziehungs-Coëfficienten bedeutet.

In diesen Formeln ist auf die Temperatur keine Rücksicht genommen, um sie daher zur Berechnung der Menge ausströmender heiſser Luft benutzen zu können, hat man noch innerhalb des Wurzelzeichens den Factor $(1+0{,}00375\,t)$ zuzusetzen, wo t die Temperatur der heiſsen Luft bedeutet. Hierdurch erhält man:

$$c=\sqrt{\frac{4g\,.\,770\,hb\,(1+0{,}00375\,t)}{b'+h}}$$

und $$M=\frac{60\,m\pi d^2}{4}\sqrt{\frac{4g\,.\,770\,hb\,(1+0{,}00375\,t)}{b'+h}}$$

Die letztere Formel giebt aber den Kubikinhalt des Windquantums für die Temperatur t und die Pressung $b'+h$. Folglich muſs man, um ein allgemein vergleichbares Resultat zu gewinnen, noch mit dem Ausdrucke $\frac{b'+h}{b(1+0{,}00375\,t)}$ multipliciren; wodurch sich obige Formel nach den nöthigen Reductionen verwandelt in:

$$\mathfrak{M}=\frac{M(b'+h)}{(1+0{,}00375\,t)\,b}$$

$$=\frac{60\,m\pi\sqrt{4\,.\,770\,.\,g}}{4\sqrt{b}}\,d^2\sqrt{\frac{h(b'+h)}{1+0{,}00375\,t}}$$

$\mathfrak{M}$ giebt dann den kubischen Inhalt der Luft bei 0° und 28" Quecksilber oder 31',7 Wasser. Wird nun $b=31{,}7$ Pariser Fuſs, $g=15{,}095$, $\pi=3{,}14$, und m, zufolge d'Aubisson's Beobachtungen für kurze konische Ansatzröhren $=0{,}94$ gesetzt, so ergiebt sich:

$$\mathfrak{M}=1700\,d^2\sqrt{\frac{h(b'+h)}{1+0{,}00375\,t}}\,.$$

eine Formel, woraus sich für ein bestimmtes Windquan-

tum, das während einer Minute ausströmen soll, der Durchmesser der Düsenmündung leicht berechnen läfst, und welche zugleich das Verhältnifs zeigt, nach welchem bei unveränderter Düse, aber steigender Temperatur, das Windquantum, und folglich auch die Schnelligkeit des Niedergangs der Gichten abnimmt. Erhebt man z. B. die Temperatur des Windes auf 100°, ohne eine andere Düse anzusetzen, so können statt 100 nur 85, erhebt man die Temperatur des Windes auf 200°, so können nur 75,5 Gichten eingehen u. s. w.

Bei Hohöfen und beim Betriebe mit heifser Luft ist es allerdings denkbar, dafs auch durch einen gröfseren Erzsatz der Niedergang der Gichten beschleunigt werden kann.

Der während des Betriebs des Kupolofens immer sichtbarer werdende Wassermangel veranlafste uns noch eine andere Frage zu untersuchen: ob nämlich bei Anwendung von heifsem Winde man defsungeachtet genöthigt sey, mit derselben Pressung wie früher zu blasen, oder ob diese jetzt vermindert werden dürfe, indem, wie aus der Formel $c = \sqrt{\frac{770 \, . \, 4gb}{b' + h} h \, . \, (1 + 0{,}00375\, t)}$ hervorgeht, die Geschwindigkeit des heifsen Windes nicht blofs von dem Wasserdrucke, sondern auch wesentlich von der Temperatur abhängig ist, in der Art, dafs man eine gewisse Geschwindigkeit c eben sowohl durch verhältnifsmäfsige Temperaturerhöhung, als durch Vermehrung des Wasserdrucks hervorbringen kann. Z. B. zu derjenigen Geschwindigkeit, welcher bei 0° die Pressungshöhe von 1 Fufs entspricht, hat man bei 267° nur $\frac{1}{2}$ Fufs Wasserdruck nöthig. Wäre man nun im Stande bei einer solchen verhältnifsmäfsig verringerten Pressungshöhe, aber unveränderter Geschwindigkeit, mit demselben Effect wie früher zu blasen, so liefs sich der hiedurch gesparte Kraftaufwand mit Vortheil benutzen, um dem Ofen ein gröfseres Luftquantum zuzuführen. Um hierüber Auf-

schlufs zu erhalten, wurde der im besten Gange befindliche Kupolofen, statt mit 1 Fufs Pressung, wie es gewöhnlich geschah, allmälig nur mit 0,7, 0,5 und endlich selbst mit 0,4 Fufs Wasserdruck betrieben. Der Gang des Ofens blieb unverändert, und der stets zunehmende Wassermangel störte nicht nur nicht den vortheilhaften Betrieb desselben, sondern man konnte sogar mit der allmäligen Vermehrung des Eisensatzes fortfahren, den man zuletzt bis zu 90 Pfund auf 3 K.F. Kohle brachte. Erst als man die Wasserdruckhöhe bis zu 0,17 Fufs erniedrigt hatte, hörte der regelmäfsige Gang auf.

Bei allen diesen Versuchen konnte die Temperatur nicht genau beobachtet werden, weil es an einem hinreichend weit gehenden Thermometer fehlte.

Wir schliefsen mit der Bemerkung, dafs der Kupolofenschacht, seit dem Betrieb mit heifser Luft, sich so ausbläst, wie es die Figur andeutet. Dieser Umstand, so wie die auffallend gelbere Farbe der Gichtflamme beweisen augenscheinlich, dafs die Hitze sich mehr in der Nähe der Form concentrirt hat, während weiter nach oben die Kohlen entweder gar nicht, d. h. nur wenig in Brand geriethen, denn sonst hätte sich der Schacht (so wie es früher der Fall war) nach der punktirten Linie ausblasen müssen.

XVIII. *Notiz, die Wanderungen der Zugvögel betreffend.*

Im letzten Jahrgange dieser Annalen (Bd. XXXI S. 576) theilten wir eine von Hrn. Prof. Ehrenberg in John Madox's *Excursions in the Holy Land* aufgefundene Nachricht mit, der zufolge im Juni 1825 zu Damascus ein habichtartiger Vogel erlegt wurde, welcher an sei-

nem Halse ein Holztäfelchen trug, und darauf die Worte: *Landsberg in Preufsen* 1822. Das Interesse, welches es haben mufste, zu erfahren, ob wirklich ein solcher Vogel mit dem erwähnten Täfelchen i. J. 1822 aus Landsberg entflogen sey, veranlafste Hrn. Prof. Ehrenberg jene Nachricht auch in die hiesigen Zeitungen einzurükken, begleitet mit der Aufforderung, ihm wo möglich Auskunft darüber zu geben. Gewifs werden es die Leser mit Vergnügen erfahren, dafs diese Aufforderung den befriedigendsten Erfolg gehabt hat. Durch die zuvorkommende Verwendung Sr. Excellenz des Hrn. v. Schön, Oberpräsidenten der Provinz Preufsen, sind nämlich zwei landräthlich beglaubigte Documente herbeigeführt und Hrn. Prof. Ehrenberg übersandt worden, welche die Thatsache des Entfliegens jenes Raubvogels aus Landsberg aufser allem Zweifel setzen. Das erste ist vom Pfarrer Kob in Landsberg, das zweite vom ehemaligen Gerichtsdiener in dieser Stadt, Dunkel mit Namen. Aus diesen geht hervor, dafs der seitdem verstorbene Justizrath Ribbentrop, ehemals Nachbar des Pfarrers Kob, einen Steinadler und zwei Gänseweihen, die alle drei jung eingefangen, und mit Täfelchen, worauf der Name Landsberg und noch einige Worte angegeben, um den Hals versehen worden waren, um's Jahr 1822 frei in seinem Garten herumgehen und durch den Dunkel täglich füttern liefs, und dafs diese Vögel, nachdem sie herangewachsen waren, successiv davon flogen, ungefähr um's Jahr 1823 und 1824. Der Raum gestattet uns nicht, diese Documente ausführlich mitzutheilen. Es wird genügen zu wissen, dafs sie sich in den Händen des Hrn. Prof. Ehrenberg's befinden.

[redacted]

XIX. *Ueber einen, zu chemischen Wirkungen besonders dienlichen, magneto-elektrischen Apparat;*

von G. F. Pohl.

Die Darstellung der Magnet-Elektricität, um durch sie chemische Zersetzungen und die übrigen Wirkungen, welche sonst eine zusammengesetzte galvanische Kette darbietet, hervorzubringen, erfordert vornehmlich einen hohen Grad der gemeinen magnetischen Erregung, und nächstdem ein rasches Aufeinanderfolgen abwechselnder Aufhebung und Wiederherstellung derselben. Bei den bis jetzt zu diesem Behuf angewandten Apparaten wird die erste dieser beiden Bedingungen durch einen sehr kräftigen Stahlmagnet in Hufeisenform, von mindestens funfzig Pfunden Ziehkraft, und die andere durch eine schnelle rotirende Bewegung, welche die magnetischen Pole abwechselnd den Enden des mit Draht umwundenen Ankers nähert und davon entfernt, in Ausführung gebracht. Beiden Bedingungen wird jedoch noch leichter und wirksamer entsprochen, wenn man statt des Stahlmagnets einen hufförmig gebogenen Stab von weichem Eisen anwendet, der, mit starkem Kupferdraht umwunden, unter dem Einfluſs einer mäſsig groſsen einfachen galvanischen Kette, bei gleicher Gröſse wie der Stahlmagnet, mindestens eine vier Mal gröſsere Kraft als dieser zu entwickeln vermag. Werden die Enden des Kupferdrahts durch einen Gyrotrop mit der Kette verbunden, so bedarf es für den erforderlichen Wechsel der Pole weiter keiner Bewegung, als nur des hin- und hergehenden Gyrotropenbügels, und da ohnediefs ein Gyrotrop mit den Drahtwindungen des Ankers in Verbindung gesetzt seyn muſs, damit jede der beiden Polarerregungen immer ei-

ner und derselben Stelle zugeführt werde, so beschränkt sich der Mechanismus des ganzen Apparats, während alle übrigen Theile desselben in Ruhe bleiben, blofs auf eine leichte, wiegenförmige Drehung des Stabes, an welchem die Bügel der beiden auf solche Weise erforderlichen Gyrotrope befestigt sind. Ein wesentlicher Vortheil, welchen aufserdem diese Einrichtung gewährt, ist zugleich der, dafs dabei die Endpunkte des Ankers mit den Magnetpolen unausgesetzt in unmittelbarer Berührung bleiben, weil dadurch der Gewinn an Wirkungskraft noch in ungleich gröfserem Maafse wächst. Es ist während meiner Anwesenheit in Berlin durch den Mechanicus Müller ein Apparat von dieser Beschaffenheit, nach meiner Angabe, mit so vorzüglichem Erfolg angefertigt worden, dafs es nicht unangemessen seyn wird, hier noch das Wesentlichste von dem, was zur näheren Angabe seiner Beschaffenheit und Wirkung gehört, hinzuzufügen. Die Zeichnung, Fig. 3 Taf. III [1]), giebt eine allgemeine Ansicht desselben.

Das als Magnet dienende Hufeisen *abc* (Taf. III Fig. 3) hat, von der Mitte der Biegung an gemessen, 12 Zoll lange Schenkel. Ihre Dicke beträgt $1\frac{1}{4}$ Zoll, und ihr Abstand von einander $5\frac{1}{2}$ Zoll. Sie sind mit gefirnifstem Seidenband, und darüber mit einer einfachen Lage von ziemlich nahe an einander liegenden Spiralwindungen aus $\frac{1}{4}$ Zoll dickem Kupferdraht umgeben, der bei *b* und *c* in kleine, mit Quecksilber gefüllte Kupfernäpfe endet. Es ist gut, dieses Hufeisen zu oberst an dem Querbalken des hölzernen Gestelles aufzuhängen, um nach der leicht bewerkstelligten Entfernung der unteren Theile des Apparats, seine Wirkung, die es als temporärer Magnet unter dem Einflusse der Kette äufsert, auch für sich wahrnehmen zu können. Die Kette ist ein Calorimotor aus einem spiralförmig gebogenen Kupfer- und Zinkblech, jedes von beiläufig zwei Quadratfufs Fläche, welche in einem Glasgefäfs in die aus einem Theil Sal-

1) Folgt im nächsten Heft.

petersäure und 12 Th. Wasser gemischte Flüssigkeit getaucht werden. Werden die Näpfe *b* und *c* mit denen der Kette durch eingehängte starke Kupferdrähte verbunden, so trägt das Hufeisen augenblicklich eine als Anker vorgelegte, einen Zoll dicke Schiene von weichem Eisen, mit einer Belastung von mindestens zwei Centnern.

Zum Behuf der magneto-elektrischen Phänomene dient als Anker ein in Form und Gröſse dem obigen gleicher gebogener Stab von weichem Eisen. An jedem seiner Schenkel sind in *d* und *e*, *f* und *g* kreisförmige, $3\frac{1}{2}$ Zoll breite und 5 Zoll von einander entfernte, mit Lack überzogene Metallplatten befestigt, zwischen denen sich die 20fach über einander liegenden Windungen des mit Seide besponnenen, $\frac{1}{7}$ Linie dicken Kupferdrahts befinden. Das Gewicht des letzteren, an beiden Schenkeln zusammen, beträgt 10 Pfund; seine Länge mag sich auf 1800 Fuſs belaufen. Dieser Anker wird durch einen untergesetzten Träger in *h*, und durch Querlatten, welche unterhalb der Platten *e* und *g*, vermöge durchgesteckter Bolzen, mit Kupferschrauben zu beiden Seiten des Gestells in *i* und *k* eben so leicht zu befestigen als abzunehmen sind, in seiner Lage erhalten.

Die Gyrotrope haben die von mir längst angegebene Einrichtung. Zu jedem derselben gehören zwei Mittelnäpfe, *l* und *m*, *n* und *o*, die mit Quecksilber gefüllt und genau passenden Deckeln geschlossen sind, deren Oeffnungen den hindurchgehenden eintauchenden Kupferdrähten nur so viel Spielraum, als zur Bewegung derselben eben erforderlich ist, gestatten, um das Umherspritzen des Quecksilbers zu vermeiden. Auſserdem gehören zu jedem Gyrotrop vier auf die Seiten vertheilte Verbindungsstellen *p*, *q*, *r*, *s* und *t*, *u*, *v*, *w*; die hier aber nicht aus Gefäſsen, sondern aus flachen, mit Quecksilber wohl amalgamirten Kupferblechen bestehen, und paarweise durch die ohne Berührung sich kreuzenden Drähte zwischen *p* und *s*, *q* und *r*, *t* und *w*, *u* und *v*

verbunden sind. Die Gyrotropenbügel sitzen nebst den senkrecht herabhängenden Drahtstücken an ringförmigen Fassungen fest, die auf den am Endzapfen bei *A* und *B* drehbaren Glasstab aufgekittet sind, und treffen mit je vier amalgamirten Enden durchaus zugleich, entweder auf die Vorderbleche *p*, *q*, *t*, *u*, oder bei entgegengesetzter Wendung auf die hinteren *r*, *s*, *v*, *w*. Die Bewegung wird in *C* durch ein Rad mit Zähnen oder einer Schnur ohne Ende bewirkt, das einen Trieb oder kleine Rolle *D* mit einem Stift eintreibt, an welchem das geschlitzte Ende einer Perpendiculär-Stange sich befindet, die mit dem andern Ende ebenfalls den Stift *E* einer an dem Glasstabe befestigten horizontalen Stange umfafst, und damit den Stab um seine Axe hin und her zieht, dafs nach Mafsgabe der Geschwindigkeit der Drehung in *C* die Enden der Gyrotropenbügel in der Secunde etwa 6 Mal oder noch öfter, oder auch langsamer abwechselnd die vier vorderen und hinteren Bleche berühren.

Es werden nun von dem ersten Gyrotrop die Mittelnäpfe *l* und *m* mit den Polen der Kette, und die beiden Bleche *r* und *s* mit den Näpfen *b* und *c* des als Magnet dienenden Hufeisens durch zweckmäfsig angebrachte Drahtleitungen verbunden; desgleichen vom zweiten Gyrotrop die Mittelfläche *n* und *o* mit den beiden unter *d* und *f* hervorgehenden Endigungen des um den Anker gewundenen Multiplicatordrahtes, so wie die vorderen Bleche *t* und *u* endlich durch Drähte mit dem jedesmaligen Gegenstande des Versuchs, z. B. mit den beiden Platindrähten *F* und *G* eines kleinen Gasentbindungsapparats, in Verbindung gesetzt. Ist die Leitung überall vollständig und die Wirkung kräftig, so sieht man schon bei jedem Aufschlagen der vier Enden der Gyrotropenbügel zwischen ihnen und den berührten Blechen eben so viel lebhafte Funken, von denen die beiden am ersten Gyrotrop der Kette angehören; da aber diese durch den starken, über der Seidenlage isolirten Kupferdraht

[redacted]

zwischen *b* und *c* vollkommen in sich geschlossen ist, so können die Funken des zweiten Gyrotrops schon darum nicht mehr von der Kette herrühren, sondern sie gehören lediglich der elektrischen Reaction an, welche in dem Multiplicatordraht des Ankers durch die starke momentane magnetische Erregung hervorgerufen wird, und, zunächst von den Mittelnäpfen *n* und *o* aus, dem Gyrotrop sich mittheilt.

Da vermöge des ersten Gyrotrops die magnetische Polarität in *b* und *c* mit jeder Wendung des Bügels wechselt, so wechselt auch eben damit die entsprechende Polarität der elektrischen Reaction zunächst in *n* und *o*. Gesetzt also, es empfange, wenn die Vorderbleche *p*, *q*, *t*, *u* berührt werden, *n* die dem Nordpol entsprechende Reaction, *o* diejenige des Südpols, so ist also bei dieser angenommenen Lage der Gyrotrope auch in *t* und *F* elektrische Nordpolreaction, und in *u* und *G* Südpolreaction. In der gleich darauf folgenden entgegengesetzten Lage, bei Berührung der Bleche *r*, *s*, *v*, *w*, ist nun, dem vorigen entgegengesetzt, in *n* Reaction des Südpols, in *o* des Nordpols; folglich ist auch bei der jetzigen Lage des Gyrotrops in *v* Südpolreaction, in *w* Nordpolreaction; eben daher aber, vermöge der Leitung durch die Kreuzdrähte, in *o* und *G* Südpolreaction, in *t* und *F* Nordpolreaction, gerade eben so wie in der ersteren Lage; dafs also *F* mit jeder veränderten Lage, bei jedem Aufschlagen der Bügelenden, immer einen neuen Erregungsimpuls, aber stets denselben der nämlichen Polarreaction, z. B. blofs $+E$ und eben so *G* stets blofs $-E$ empfängt. Welches aber von beiden *E* als Reaction der einen oder anderen magnetischen Polarität entspreche, ist eine Frage, die hier nicht her gehört, und deren nicht leichte, wenn auch leicht scheinende, Entscheidung bei anderen Veranlassungen zur Sprache zu bringen seyn wird.

Die Wirkung dieses Apparats ist von überraschender Kräftigkeit, und läfst die Leistungen ähnlicher, durch

Stahlmagnete von gleicher Gröfse bedingter Vorrichtungen weit hinter sich zurück. Befestigt man an den äufseren von *t* und *u* ausgehenden Drähten hohle Metallcylinder, von etwa 1 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Länge, die an dem einen Ende mit Drähten von etwa $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke versehen sind, so sieht man, wenn man mit jeder Hand einen dieser Cylinder umfafst, und die zugespitzten amalgamirten Enden der Drähte in Quecksilber taucht, oder sie auch nur unter einander nähert, blitzende Funken an ihnen entstehen, und fühlt Erschütterungen, die nicht lange zu ertragen sind, da sie öfters beide Arme bis in die Brust hinein durchzucken. Die Wasserzersetzung geht so lebhaft und reichlich wie von einer wirksamen galvanischen Säule von 50 und mehr Plattenpaaren von Statten. Da sich die Kraft dieser Apparate durch Vergröfserung der Dimensionen und durch zweckmäfsige Combination von zwei oder mehreren Hufeisen, nur unter Anwendung einer einzigen einfachen Kette von mäfsiger Gröfse, leicht bis zu ungemein hohen Graden steigern läfst, so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs sie zur Hervorbringung chemischer Zersetzungs- oder Reductionseffecte dann auch eben so, wenn nicht noch mehr, geeignet seyn wird, als grofse galvanische Säulen und Tragapparate, und dafs eben damit auch die letzteren, bei den Weitläufigkeiten und Kosten, die mit ihrem jedesmaligen Gebrauch verknüpft sind, da, wo es nur auf Darstellung seiner Effecte ankommt, mit der Zeit durch diese so viel einfacheren, nur von einem einzigen galvanischen Element abhängigen und ohne Umstände jeden Augenblick sogleich in Wirksamkeit zu versetzenden Apparate entbehrlich gemacht werden möchten.

Dafs übrigens auch da, wo es blofs eine Demonstration der magneto-elektrischen Wirkungen bei Vorzeigung eines solchen Apparats zu thun ist, die Mitwirkung der galvanischen Kette, selbst für Laien und des Zusammenhanges Unkundige, kaum etwas störendes haben

[redacted]

könne, bedarf fast keiner Erwähnung. Denn da der Kreis der Kette durch den Spiraldraht des Hufeisens vollkommen geschlossen und für alle übrige Theile des Apparats nach seiner unmittelbaren Wirksamkeit so gut wie nicht vorhanden ist, so läfst sich von ihr gänzlich abstrahiren, um so mehr, da Erschütterungen und chemische Zersetzungen, wie sie der Apparat nur in Folge der magnetischen Erregung zeigt, niemals durch eine einfache, wenn auch noch so grofse, galvanische Kette hervorgebracht zu werden vermögen.

XX. *Neue Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde.*

Hr. Phillips, Prof. der Geologie am King's College zu London, hat die treffliche Gelegenheit, die sich ihm in einem zu *Monk-Wearmouth*, bei *Newcastle*, frisch abgeteuften Schacht von der aufserordentlichen Tiefe von über 264 Fathoms darbot, benutzt, um die Temperatur der Erde in dieser Tiefe zu bestimmen. (*Phil. Mag.* 1834, *Vol. V p.* 446.) Der Schacht dient zur Abbauung eines Steinkohlenflötzes, das 264 Fathoms unter Tage liegt. In diesem Flötze sind rechtwinklig gegen einander vier Strecken getrieben, von deren Durchschnittspunkt der Schacht etwas nördlich niedergeht. Es wurde noch wenig in der Grube gearbeitet; Pferde befanden sich noch gar nicht darin; alle äufseren Ursachen, z. B. Luftzug, der so stark war, dafs er das mit Zischen aus dem Steinkohlenlager dringende Kohlenwasserstoff gänzlich entfernte und den Gebrauch der Sicherheitslampe überflüssig machte, konnten nur abkühlend, nicht erwärmend wirken. Die Luft am Eintritt des Schachts in die Strecke besafs 64° F., weiterhin, dicht bei der Entweichung des Kohlenwas-

serstoffgases, 68° F. Am Ende der östlichen Str
22 Yards vom Schacht, zeigte nun das Thermomet
einem Bohrloche in der festen Kohle 69°,3 bis 6
in einem frisch ausgeschlagenen Loche von mehren
Tiefe schon 71°,25 F., und endlich in dem Salzw
welches sich in einem kleinen Schacht daselbst sam
und aus welchem beständig Kohlenwasserstoffgas in
chen entwich, 72°,6, wenn die Gasblasen nachli
72° und 71°,6 F. — Das Mundloch des Schachts
87 engl. Fuſs (81,6 P. F.) über dem Fluthstand
Meeres; der eben angeführte Beobachtungsort 1584
Fuſs (1486,3 P. F.) unter jenem Mundloch, also
engl. Fuſs (1404,7 P. F.) unter dem Meeresspiegel.
oberen Ausgang des Schachts war die mittlere Tem
tur der Luft 47°,6 F. (6°,93 R.), unten die des
wassers 72°,6 F. (18°,04 R.); annehmend, daſs in
letzten 100 Fuſs die Temperatur nicht mehr zune
72°,6 F. also schon die Temperatur für 1484 engl.
(1392,5 P. F.) Tiefe sey, findet Hr. Ph. darnach die
fenzunahme für 1° F. Wärmeanwuchs = 59,36 engl.
(1° R. = 125,4 P. F.) — In *Rüdersdorf*, unweit
lin, wurde bekanntlich schon in 880 P. F. Tiefe u
der Erdoberfläche (700 P. Fuſs unter dem Meeres
gel) die Temperatur 18°,8 R. gefunden. (S. Ann
Bd. XXVIII S. 433.) Aber dieſs war die Temper
von Wasser daselbst, welches vielleicht aus noch gröſs
Tiefe herstammen mochte. — Unter den Gruben im p
ſsischen Staate, in welchen vor einigen Jahren Te
raturbeobachtungen angestellt wurden, gab die tie
nämlich die 738,4 P. F. tiefe Steinkohlengrube *Vies*
auf 1° R. Wärmeanwuchs eine Tiefenzunahme von
Par. F. (S. Ann. Bd. XXII S. 520.)

[redacted]

1835. ANNALEN No. 2.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIV.

I. *Versuch einer Ersteigung des Chimborazo, unternommen am 16. December 1831 von J. B. Boussingault.*

(Aus einem Briefe an Alexander v. Humboldt.)

Nach zehnjährigen unablässigen Arbeiten hatte ich die Jugend-Entwürfe, die mich in die neue Welt geführt, verwirklicht. Der Stand des Barometers am Niveau des Meeres zwischen den Tropen war im Hafen von Guayra bestimmt worden, und festgestellt war die geographische Lage der Hauptstädte von Venezuela und Neu-Granada. Zahlreiche Nivellements hatten das Relief der Cordilleren kennen gelehrt. Ich hatte über die Lagerstätte des Goldes und Platins von Antioquia und Choco die genauesten Nachrichten eingesammelt, hatte successiv mein Laboratorium in den Krateren der am Aequator liegenden Vulkane aufgeschlagen, und war endlich so glücklich gewesen, meine Untersuchung über die Abnahme der Wärme in den Intertropical-Andes bis zu der ungeheuren Höhe von 5500 Metern fortzusetzen.

Ich befand mich zu Rio-Bamba, mich ausruhend von meinen jüngsten Ausflügen zum Cotopaxi und Tungurague. Ich wollte mich meinen Betrachtungen hingeben, wollte gleichsam mich sättigen an dem Anblick dieser majestätischen Gletscher, welche mich so oft für die Wissenschaft begeistert hatten, und welchen ich nun bald auf ewig Lebewohl sagen sollte.

Rio-Bamba ist vielleicht das sonderbarste Diorama in der Welt. Die Stadt an sich hat nichts Merkwürdiges; sie liegt auf einer jener dürren Hochebenen, welche in den Andes so gewöhnlich sind, und welche alle,

wegen ihrer grofsen Erhebung, ein eigenthümlich winterliches Ansehen haben, das in dem Reisenden ein gewisses Gefühl der Traurigkeit erweckt, ohne Zweifel deshalb, weil man, um bis hieher zu gelangen, die malerischsten Gegenden durchwandert, und weil man nicht ohne Bedauern das Klima der Tropen mit dem Hauch des Nordens vertauscht.

Von meiner Wohnung aus blickte ich auf den Capac-uru, den Tunguragua, den Cubillé, den Carguairazo und endlich im Norden auf den Chimborazo; auch sah ich mehre andere berühmte Berge der Paramos, welche, ohne mit ewigem Schnee beehrt zu seyn, dennoch nicht minder des ganzen Interesses der Geologen würdig sind.

Das mächtige Schnee-Amphitheater, welches auf allen Seiten den Horizont von Rio-Bamba begränzt, bietet unaufhörlich einen Gegenstand der mannigfaltigsten Beobachtungen dar. Sonderbar ist es, den Anblick dieser Gletscher zu den verschiedenen Stunden des Tages zu verfolgen, zu sehen, wie sich ihre scheinbare Höhe, durch die Wirkung der atmosphärischen Strahlenbrechung, von einem Augenblick zum andern verändert. Mit welchem Interesse sieht man nicht auch auf einem so engen Raume alle grofsen Phänomene der Meteorologie sich erzeugen. Hier beginnt eine jener unermefslich breiten Wolken, welche Saussure so treffend mit dem Namen *Schmarotzerwolken* bezeichnet hat, sich an den mittleren Theil eines Traphytkegels anzuhängen; sie haftet fest daran, der Wind, so stark er bläst, vermag nichts über sie. Bald fährt mitten aus dieser Dampfmasse ein Blitz heraus; Hagel, untermengt mit Regen, überschüttet den Fufs des Berges, während sein Schneegipfel, den das Gewitter nicht erreichen konnte, hell von der Sonne beleuchtet wird. Weiterhin steigt eine Spitze von strahlend glänzendem Eise empor; sie malt sich scharf auf dem Azur des Himmels ab, man unterscheidet alle ihre Umrisse, alle ihre Gestaltungen. Die Atmosphäre ist von merkwürdi-

ger Reinheit, und dennoch bedeckt sich jener Schneegipfel mit einer Wolke. Sie scheint aus seinem Innern hervorzukommen, man könnte glauben Rauch aufsteigen zu sehen; ein wenig später und diese Wolke ist nichts mehr als ein leichter Dunst; bald ist sie ganz zergangen. Allein nicht lange darauf kommt sie wieder zum Vorschein, um abermals zu verschwinden. Diese intermittirende Wolkenbildung ist auf den Gipfeln der mit Schnee bedeckten Berge eine sehr häufige Erscheinung; vor allem beobachtet man sie bei heiterem Wetter, und immer einige Stunden nach der Culmination der Sonne. Unter diesen Umständen kann man die Gletscher mit Condensatoren vergleichen, welche in die hohen Regionen der Atmosphäre emporragen, um die Luft durch Abkühlung auszutrocknen, und solchergestalt das Wasser, welches diese als Dampf enthielt, auf die Oberfläche der Erde zurückzuführen.

Die von Gletschern umringten Hochebenen bieten zuweilen den traurigsten Anblick dar, dann nämlich, wann ein anhaltender Wind aus heifsen Regionen feuchte Luft hieher führt. Die Berge werden unsichtbar, und den Horizont verdeckt eine Bank von Wolken, welche die Erde zu berühren scheint. Der Tag ist kalt und feucht, denn diese Dunstmasse ist fast undurchdringlich für die Sonnenstrahlen. Eine lange Dämmerung tritt ein, die einzige, welche man unter den Tropen kennt; denn in der Aequatorialzone folgt die Nacht so plötzlich auf den Tag, dafs man glauben sollte, die Sonne erlöschte bei ihrem Untergang.

Ich konnte meine Untersuchungen über die Trachyte der Cordilleren nicht besser beschliefsen, als durch ein specielles Studium des Chimborazo. Zu diesem Studium hätte man sich zwar nur dem Fufse des Berges zu nähern gebraucht, allein die Hoffnung, die mittlere Temperatur einer sehr hohen Station zu erhalten, trieb mich an, einen Versuch zu seiner Ersteigung zu machen, und

wenn auch meine Hoffnung unerfüllt geblieben ist, so glaube ich doch nicht, dafs dieser Versuch ganz ohne Nutzen für die Wissenschaft gewesen seyn werde. Ich nenne hier die Gründe, welche mich auf den Chimborazo geführt haben, weil ich die gefahrvollen Besteigungen der Berge sehr tadeln mufs, wenn sie nicht im Interesse der Wissenschaft unternommen werden. So ist Saussure für mich noch heut der Einzige, der den Gipfel des Montblanc erreicht hat, ungeachtet dieser Berg seit den Zeiten jenes berühmten Reisenden mehr als einmal erstiegen worden ist. Seinen Nachahmern haben wir durchaus Nichts zu danken, weil sie uns Nichts gelehrt, was der Gefahren einer solchen Reise werth gewesen wäre.

Mein Freund, der Oberst Hall, der mich schon auf den Antisana und Cotopaxi begleitet hatte, wünschte sich auch für diese Reise an mich anzuschliefsen, um die zahlreichen Nachrichten, die er bereits über die Provinz Quito besafs, noch zu vervollständigen, und seine Untersuchungen über die Geographie der Pflanzen fortzusetzen.

Von Rio-Bamba aus zeigt der Chimborazo zwei Abhänge von sehr ungleicher Neigung. Der eine, der nach dem Arenal hin, ist sehr schroff, und man sieht daran viele Trachytspitzen aus Eis hervorragen. Der andere, welcher nach der *Chillapullu* genannten Gegend, unweit Mocha, abfällt, ist dagegen wenig geneigt, aber von einer beträchtlichen Ausdehnung. Nachdem wir den Berg von allen Seiten wohl untersucht hatten, beschlossen wir, uns von dieser Seite her an ihn zu wagen.

Am 14. Dec. 1831 nahmen wir unser Nachtlager in der Meierei am Chimborazo; wir waren so glücklich etwas trocknes Stroh zum Lager und einige Hammelfelle zum Schutz gegen die Kälte vorzufinden. Die Meierei liegt in einer Höhe von 3800 Metern; die Nächte sind kühl, und der Aufenthalt ist desto unangenehmer, als das Holz daselbst sehr selten ist. Wir waren schon in je-

[redacted]

ner Region der Gramineen (*Pajonales*), welche man durchwandert, ehe man die Gränze des ewigen Schnees erreicht. Dort hört der Baumwuchs auf.

Am 15. um 7 Uhr Morgens machten wir uns auf den Weg, geführt von einem Indianer aus der Meierei. Die Indianer der Hochebenen sind in der Regel sehr schlechte Führer, denn da sie nur selten bis an die Schneegränze hinaufsteigen, kennen sie die Wege, welche zu den Rücken der Gletscher führen, nur sehr unvollständig.

Wir gingen beim Hinaufsteigen einen Bach entlang, der, von zwei Trachytmauern eingeschlossen, sein Wasser von dem Gletscher empfängt. Bald verliefsen wir aber diese Spalte, um uns, längs dem Fufse des Chimborazo, auf Mocha zuzuwenden. Wir erhoben uns nur sehr unmerklich. Unsere Maulesel hatten zwischen den am Fufs des Berges angehäuften Geröllen einen mühsamen, beschwerlichen Marsch. Der Abhang wurde sehr steil, der Boden locker und die Maulesel hielten fast bei jedem Schritt ein, um eine lange Pause zu machen; sie gehorchten nicht mehr dem Sporn, athmeten schneller und keichten. Wir befanden uns damals genau in der Höhe des Montblanc, denn das Barometer zeigte eine Erhebung von 4808 Metern über das Meeresniveau an [1]).

Nachdem wir unser Gesicht mit einer Maske von leichtem Taffent bedeckt hatten, um uns vor den Unfällen zu schützen, die wir auf dem Antisana empfunden hatten, erkletterten wir einen Kamm, der schon an einem sehr hohen Punkt des Gletschers endigte. Es war Mittag. Wir stiegen langsam, und in dem Maafse als wir uns weiter in den Schnee vertieften, wurde die Schwierigkeit des Athmens beim Gehen immer fühlbarer. Wir erholten uns indefs leicht, wenn wir alle acht bis zehn Schritt etwas still standen, ohne uns zu setzen. Ich glaube bemerkt zu haben, dafs man, in gleicher Höhe,

1) Der Mont-blanc ist 4810 Meter hoch.

schwieriger auf Schnee als auf Felsen athmet. Weiterhin werde ich diefs zu erklären suchen.

Bald erreichten wir einen schwarzen Fels, welcher sich über den Kamm erhob, dem wir gefolgt waren. Wir fuhren fort noch eine Weile emporzusteigen, aber nicht ohne grofse Ermüdnng, veranlafst durch die geringe Consistenz des schneeigen Bodens, der unaufhörlich unter uns nachgab und in welchen wir zuweilen bis an die Knie versanken. Ungeachtet aller Anstrengungen waren wir bald von der Unmöglichkeit des Weiterkommens überzeugt; denn etwas über den schwarzen Fels hinaus hatte der bewegliche Schnee eine Tiefe von mehr denn vier Fufs. Wir setzten uns auf einen Trachytblock, der einer Insel glich mitten in einem Meere von Schnee. Wir befanden uns in einer Höhe von 5115 Metern. Die Temperatur der Luft betrug 2°,9 C. Es war halb Eins. Nach allen Mühseligkeiten hatten wir uns also nur 307 Meter über den Punkt erhoben, wo wir die Fufswanderung begannen. Ich füllte auf dieser Station eine Flasche mit Schnee, um die in dessen Poren eingeschlossene Luft chemisch zu untersuchen, zu welchem Zweck: wird man weiterhin sehen.

In wenigen Minuten waren wir bis dahin hinabgestiegen, wo wir unsere Maulesel zurückgelassen hatten. Ich benutzte einige Augenblicke, um diese Gegend des Berges geologisch zu untersuchen und eine Reihe Gebirgsarten zu sammeln. Um 3½ Uhr machten wir uns auf den Weg, und um 6 Uhr waren wir wieder in der Meierei angelangt.

Das Wetter war herrlich gewesen. Noch niemals erschien uns der Chimborazo so majestätisch, und nach unserer fruchtlosen Reise konnten wir ihn nicht ohne einigen Verdrufs betrachten. Wir beschlossen nun die Ersteigung von der steilsten Seite her zu versuchen, d. h. von der nach dem Arenal zugewandten Seite. Wir wufsten, dafs es diese Seite gewesen, von woher Hr. v. Hum-

boldt hinaufgestiegen. Man hatte uns bald von Rio-Bamba aus den Punkt gezeigt, bis zu welchem derselbe gekommen war; aber wir fanden es unmöglich, genaue Auskunft über den von ihm eingeschlagenen Weg zu erhalten. Die Indianer, welche diesen unerschrockenen Reisenden begleitet hatten, waren nicht mehr am Leben.

Am andern Morgen früh 7 Uhr nahmen wir unsern Weg nach dem Arenal. Der Himmel war merkwürdig rein. Im Osten gewahrten wir den berühmten Vulcan von Sangay, der schon in der Provinz Macas liegt, und den La Condamine im Zustande immerwährender Ausbrüche gesehen hatte. In dem Maafse als wir vorrückten, hob sich der Boden merkbar. Im Allgemeinen steigen die trachytischen Plateaux am Fufse der isolirten Pics, mit denen die Andes wie besäet sind, nur langsam gegen den Fufs dieser Berge an. Zahlreiche und tiefe Spalten, welche diese Plateaux ausfurchen, scheinen alle auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gerichtet, und sie verengern sich zugleich in dem Maafse als sie sich mehr von diesem Mittelpunkt entfernen. Man kann sie nicht besser vergleichen als mit der Oberfläche eines gesprungenen Glases (*verre étoilé*).

Um 2 Uhr machten wir Halt, um im Schatten eines ungeheuren Trachytblocks, dem wir den Namen *Pedro del Almuerzo* gaben, zu frühstücken. Hier machte ich eine Barometerbeobachtung, weil ich hoffte daselbst auch um 4 Uhr Nachmittags wieder beobachten und so für diese Höhe die tägliche Barometerschwankung erfahren zu können. Der Pedro liegt in der Höhe von 4335 Metern. Wir überschritten, auf unsern Mauleseln sitzend, die Schneegränze. Wir waren in 4945 Metern Höhe als wir abstiegen. Der Boden wurde jetzt durchaus unwegsam für die Maulesel. Diese Thiere suchten uns übrigens ihre Mattigkeit mit einem wahrhaft aufserordentlichen Instinct begreiflich zu machen; die Ohren, die sie für gewöhnlich spitzen, liefsen sie tief herabhängen, und wäh-

rend der häufigen Pausen, die sie zum Athemholen machten, hörten sie nicht auf in die Ebene hinabzublicken. Wenige Reiter haben sich wahrscheinlich bis zu einer solchen Höhe erhoben, allein es ist auch ein mehrjähriger Reitunterricht in den Andes erforderlich, um auf dem Rücken eines Maulesels und auf einem beweglichen Boden bis jenseits der Schneegränze zu gelangen.

Nach Untersuchung der Oertlichkeit, in welcher wir uns befanden, sahen wir ein, dafs wir, um einen zur Spitze des Chimborazo hinaufreichenden Kamm zu fassen, erst einen ungemein schroffen Abhang vor uns erklettern mufsten. Er bestand gröfstentheils aus über einander aufgethürmten Felsblöcken von allen Dimensionen; hie und da waren diese Trachytstücke mit mehr oder weniger ausgedehnten Eisflächen bedeckt, und an mehren Punkten konnte man deutlich gewahren, dafs diese Felstrümmer auf verhärtetem Schnee ruhten; sie rührten also von neueren Herabstürzungen her, die im oberen Theil des Berges stattgefunden hatten. Diese Herabstürzungen ereignen sich häufig, und mitten in den Gletschern der Cordilleren bestehen, was man am meisten bezweifeln könnte, die Lawinen mehr aus Steinen denn aus Schnee.

Es war 10¾ Uhr als wir von unsern Mauleseln abstiegen. So lange wir auf Felsen wanderten, empfanden wir keine grofse Schwierigkeit. Wir stiegen gleichsam eine schlechte Leiter hinan; am beschwerlichsten war die fortwährende Sorgfalt, mit welcher man die Steine aussuchen mufste, auf die man den Fufs mit Sicherheit setzen konnte. Alle 6 bis 8 Schritt schöpften wir Athem, ohne uns indefs zu setzen; zuweilen benutzte ich selbst diese Pausen, um Gebirgsarten für meine geognostische Sammlung abzuschlagen. Allein sobald wir eine Schneefläche erreichten, wurde die Sonnenhitze drückend, das Athmen mühsam, und folglich das Ausruhen häufiger nothwendig.

Um 11¾ Uhr waren wir quer über ein ziemlich ausgedehntes Eisfeld gegangen, in welches wir, zur Siche-

rung unserer Schritte, Stufen hatten einschlagen müssen. Diese Wanderung war nicht ohne Gefahr; ein Rutschen hätte uns das Leben gekostet. Wir betraten nun abermals Trachyttrümmer, festes Land für uns, auf welchem wir uns etwas rascher erheben konnten. Wir wanderten hinter einander, ich voran, dann der Oberst Hall und zuletzt mein Neger, der genau in unsere Fufsstapfen trat, damit die ihm anvertrauten Instrumente keine Gefahr liefen. Wir beobachteten ein gänzliches Stillschweigen während unseres Marsches, da die Erfahrung mich belehrt hatte, dafs in dieser Höhe nichts mehr angreife als eine anhaltende Unterredung, und wenn wir im Haltmachen einige Worte wechselten, geschah es mit leiser Stimme. Es ist gröfstentheils diese Vorsicht, der ich es zuschreibe, dafs ich mich bei allen meinen Besteigungen von Vulcanen beständig einer guten Gesundheit erfreut habe. Diese heilsame Vorsichtsmafsregel schärfte ich auf eine gleichsam despotische Weise meinen Begleitern ein. Ein Indianer, der sie auf dem Antisana vernachlässigte, indem er den Obersten Hall, der sich, als wir durch eine Wolke gingen, verirrt hatte, aus allen Kräften rief, hatte dafür an einem Schwindel und an einem Anfall von Blutsturz zu leiden.

Bald hatten wir den Kamm erreicht, längs welchem wir hinansteigen mufsten. Es war nicht der Kamm, den wir von ferne gesehen hatten. Er trug zwar wenig Schnee, aber er bot schwer ersteigliche Böschungen dar. Es bedurfte unerhörter Anstrengungen, und das Springen ist beschwerlich in diesen luftigen Regionen.

Endlich gelangten wir an den Fufs einer steilen Trachytmauer von mehren hundert Metern Höhe. Es trat ein sichtbarer Moment der Entmuthigung ein, als das Barometer lehrte, dafs wir uns nur in 5680 Meter Höhe befanden. Diefs war wenig für uns, denn es war noch nicht einmal die Höhe, zu welcher wir auf dem Cotopaxi gelangt waren. Ueberdiefs hatte Hr. v. Humboldt

eine gröfsere Höhe erklimmt, und wir wollten doch wenigstens die Station erreichen, auf welcher dieser gelehrte Reisende stehen geblieben war. Die Besteiger der Berge sind nach Entmuthigungen immer sehr zum Sitzen geneigt; auch wir setzten uns auf der Station der *Peña colorada* (des rothen Fels). Es war die erste Ruhe, die wir uns vergönnten. Wir alle hatten einen aufserordentlichen Durst, und um ihn zu löschen war es unsere erste Beschäftigung Eisstücke abzusaugen.

Es war 12¾ Uhr, und dennoch empfanden wir eine ziemlich lebhafte Kälte. Das Thermometer war auf 0°,4 C. gesunken. Wir befanden uns eingehüllt in eine Wolke. Das Haarhygrometer zeigte 91°,5; nachdem die Wolke sich zerstreut hatte, blieb es auf 84° stehen. Eine solche Feuchtigkeit in so grofser Höhe könnte ungewöhnlich erscheinen; allein ich habe sie oft auf den Gletschern der Andes beobachtet, und sie scheint mir auch ganz erklärlich.

Während des Tages ist nämlich die Oberfläche des Schnees in der Regel feucht; der Fels der Peña Colorada zum Beispiel war ganz nafs; die Luft dicht um die Gletscher konnte also mit Feuchtigkeit gesättigt seyn. Auf dem Mont-blanc sah Saussure sein Hygrometer zwischen 50° und 51° verweilen, während die Temperatur von 0°,5 bis 2°,3 R. schwankte. Es ist nichts Seltenes, selbst am Meeresspiegel einen ähnlichen hygrometrischen Zustand der Luft anzutreffen. In den Cordilleren finden sich die grofsen Trockenheiten auf den Hochebenen, welche 2000 bis 3500 Meter erreichen. Zu Quito und Santa Fé de Bogota hat man, wie ich in einer andern Arbeit angeführt [1]), das Hygrometer auf 26° fallen sehen.

Die Unfälle, welche Personen zustiefsen, die Gletscher besuchten, vor allem die oft so tiefen Sprünge der

1) *Récherches sur la cause qui produit le goître etc. Annal. de chim. et de phys. T. XLVIII p.* 41.

Haut im Gesicht, können also meiner Meinung nach nicht von einer aufserordentlichen Trockenheit der Luft herrühren. Diese Verletzungen scheinen mir, wenigstens gröfstentheils, eine Wirkung des zu starken Lichts zu seyn, weil man die Haut, um sie vor allem Aufreifsen zu bewahren, nur mit einfachem farbigen Krepp zu bedecken braucht. Ein so lockeres Gewebe kann offenbar die Haut nicht vor der Luft schützen, aber es reicht hin, das starke Licht zu mäfsigen, dem man ausgesetzt ist, wenn die Sonne auf eine Schneefläche scheint. Man hat mir versichert, es sey hinreichend, das Gesicht zu schwärzen, um diese üble Wirkung des Lichts zu verhindern. Ich bin um so mehr geneigt, diefs zu glauben, als der Neger, der mich auf dem Antisana begleitete, zwar, wie ich, wegen vernachlässigter Verschleierung, eine schreckliche Augen-Entzündung zu dulden hatte, ohne aber im Gesicht das Mindeste auszustehen, während es bei mir ganz entstellt war.

Als die Wolke, in welche wir eingehüllt waren, sich zerstreut hatte, untersuchten wir unsern Ruheplatz. Zum rothen Felsen hingesehen, hatten wir auf unserer Rechten einen fürchterlichen Abgrund, und auf unserer Linken, gegen das Arenal hin, erblickten wir einen hinausspringenden Felsen, der einem Belvedere glich. Es war wichtig dahin zu gelangen, um zu sehen, ob es möglich wäre, den rothen Felsen zu umgehen, und zugleich, ob wir würden höher steigen können. Der Zugang zu diesem Belvedere war mifslich; doch erreichte ich es glücklich mit meinen beiden Begleitern. Ich gewahrte nun, dafs wenn wir im Stande wären, eine sehr abschüssige Schneefläche zu erklimmen, die auf einer Seite des rothen Felsens lag, entgegengesetzt der, welche wir anfangs erreicht hatten, wir zu einer noch beträchtlicheren Höhe gelangen würden. Um sich eine einigermafsen richtige Idee von der Topographie des Chimborazo zu machen, denke man sich einen unermefslichen Felsen, der

von allen Seiten durch Strebepfeiler unterstützt wird. Diese Strebepfeiler sind die Kämme, welche sich von der Ebene aus gegen den ungeheuren Block zu legen scheinen, um ihn zu stützen.

Ehe wir diese gefahrvolle Wanderung begannen, befahl ich meinem Neger, den Schnee zu untersuchen. Er war von zweckmäfsiger Consistenz. Hall und dem Neger gelang es vorzurücken, ich kam ihnen nach, als sie fest genug standen, um mich auffangen zu können, denn um mich wieder mit ihnen zu vereinigen, mufste ich ungefähr 25 Fufs auf dem Eise herabrutschen. Im Moment, wo wir uns wieder auf den Weg machen wollten, kam oben vom Berge ein Stein herab und fiel dicht neben dem Obersten Hall nieder. Dieser strauchelte und fiel. Ich hielt ihn für verwundet, und war nicht eher beruhigt, als bis ich ihn aufstehen, und ein Stück des Steins, welcher sich so plump zur Untersuchung eingestellt hatte, mit der Lupe betrachten sah. Dieser unglückselige Trachyt war identisch mit dem, auf welchem wir einherschritten.

Wir rückten behutsam weiter vor. Rechts konnten wir uns an dem Felsen halten; links war der Abgrund furchtbar. Ehe wir vorwärts gingen suchten wir uns wohl mit den Absturz bekannt zu machen. Diefs ist eine Vorsichtsmafsregel, welche man in Gebirgen nie vernachlässigen mufs, wenn man an eine gefährliche Stelle kommt. Saussure hat diefs schon vor langer Zeit gesagt, aber man kann es nicht oft genug wiederholen. Auf meinen Streifzügen in den Andes habe ich diese weise Regel nie aus den Augen gesetzt.

Schon begannen wir, mehr als es je zuvor der Fall gewesen, die Wirkungen der Luftverdünnung zu spüren. Wir waren gezwungen alle zwei bis drei Schritt still zu stehen und oft sogar uns auf einige Secunden niederzusetzen. So wie wir uns gesetzt hatten, standen wir aber wieder auf; denn unser Leiden dauerte nur so lange, als

wir uns bewegten. Bald nahm der Schnee eine Beschaffenheit an, welche unsere Wanderung eben so langsam als gefahrvoll machte. Der Schnee war weich und lag kaum drei bis vier Zoll dick; unter ihm befand sich ein sehr hartes und glattes Eis. Wir waren genöthigt Stufen darin einzuhauen, um einen sichern Schritt zu haben. Der Neger ging voran, um diese Arbeit zu vollziehen; allein sie erschöpfte ihn für einen Augenblick. Indem ich ihn vorbeigehen wollte, um ihn abzulösen, glitt ich aus, als ich glücklicherweise noch von Hall und meinem Neger mit Kraft zurückgehalten wurde. Für einen Augenblick standen wir alle drei in der gröfsten Gefahr. Dieser Unfall machte uns für einen Augenblick unschlüssig, aber bald fafsten wir neuen Muth und beschlossen wieder vorwärts zu gehen. Der Schnee ward günstiger; wir strengten nochmals alle unsere Kräfte an, und um 3¾ Uhr waren wir auf dem ersehnten Kamm angelangt. Hier überzeugten wir uns, dafs das Weiterkommen unmöglich sey. Wir befanden uns an dem Fufse eines Trachytprismas, dessen obere Fläche, bedeckt mit einer Kuppel von Schnee, den Gipfel des Chimborazo bildete.

Der Kamm, auf welchen wir hinangestiegen, mafs nur einige Fufs in der Breite. Auf allen Seiten waren wir von Abgründen umgeben; rings um uns boten sich die seltsamsten Umgebungen dar. Die dunkle Farbe des Felsens kontrastirte auf die schneidenste Weise mit der blendenden Weifse des Schnees. Lange Eiszapfen schienen über unseren Häuptern zu schweben. Man hätte sagen können, ein prachtvoller Wasserfall sey gefroren. Das Wetter war herrlich; nur im Westen zeigten sich einige Wölkchen. Die Luft war vollkommen ruhig; die Aussicht unermefslich. Unsere Lage war neu, und sie gewährte uns die lebhafteste Genugthuung.

Wir befanden uns in 6004 Metern absoluter Höhe; diefs ist die gröfste Höhe, zu welcher, glaube ich, sich Menschen je noch in Gebirgen erhoben haben.

Um 2 Uhr stand das Barometer auf 371,1 Linien (13 Zoll 8,5 Lin.) bei 7°,8 C. des Quecksilbers. Im Schatten eines Felsens zeigte das freie Thermometer ebenfalls 7°,8 C. Ich suchte, aber vergeblich, nach einer Höhle, in welcher ich die mittlere Temperatur der Station hätte nehmen können. Ein Fuſs unter dem Schnee zeigte das Thermometer 0°; allein dieser Schnee befand sich im Zustande des Schmelzens, also konnte das Instrument keine andere Temperatur anzeigen.

Nach einigen Augenblicken der Ruhe hatten wir uns ganz von unserer Mattigkeit erholt. Keiner von uns empfand die Leiden, über welche die meisten Personen bei Besteigungen von Bergen zu klagen hatten. Drei Viertelstunden nach unserer Ankunft machte mein Puls, wie der des Obersten Hall, 106 Schläge in der Minute. Wir hatten Durst; wir befanden uns offenbar in einem leichten Fieberzustand; aber dieser Zustand war durchaus nicht lästig. Mein Freund war ausgelassen lustig, und seine Laune unerschöpflich, während er beschäftigt war die *Eishölle*, wie er unsere Umgebung nannte, abzuzeichnen. Die Stimme meiner Begleiter war in dem Grade abgeändert, daſs es mir unter allen anderen Umständen unmöglich gewesen seyn würde, sie zu erkennen. Das schwache Geräusch, welches die Schläge meines Hammers machten, auch wenn ich mit verdoppelter Kraft auf den Felsen schlug, setzte uns gleichfalls sehr in Verwunderung.

Die Dünnheit der Luft bewirkt in der Regel bei Personen, die hohe Berge ersteigen, sehr merkbare Wirkungen. Saussure wurde auf der Spitze des Montblanc von einem Unwohlseyn, von der Neigung zu einem Herz-Uebel befallen. Seinen Führern, die sämmtlich Eingeborene des Chamouny-Thales waren, erging es eben so. Dieſs Unwohlseyn steigerte sich noch, wenn er sich etwas bewegte, oder wenn er, wie bei Beobachtung der Instrumente, seine Aufmerksamkeit auf einen

[redacted]

Gegenstand richtete. Die ersten Spanier, welche in die hohen Gebirge Amerika's eindrangen, wurden, wie d'Acosta berichtet, von Uebelkeiten und Unterleibsleiden befallen. Bouguer hatte in den Cordilleren von Quito mehre Blutstürze; und dieselben Unfälle stiefsen auch Hrn. Zumstein auf dem Monte Rosa zu. Eben so fühlten die HH. v. Humboldt und Bonpland bei ihrer Besteigung des Chimborazo am 23. Juni 1802 eine Neigung zum Erbrechen, und das Blut drang ihnen aus Lippen und Zahnfleisch. Was uns betrifft, so fühlten wir zwar, so lange wir in die Höhe stiegen, eine Schwierigkeit im Athmen und eine ungemeine Mattigkeit, aber diese Uebel verliefsen uns sogleich mit der Bewegung. Safsen wir ein Mal, so glaubten wir in unserem gewöhnlichen Gesundheitszustand zu seyn. Vielleicht ist unsere Unempfindlichkeit gegen die Wirkungen der verdünnten Luft unserem längeren Aufenthalt in den hochgelegenen Städten der Andes zuzuschreiben. Wenn man das Getreibe in Städten, wie Bogota, Micuipampa, Potosi u. s. w. gesehen hat, welche in einer Höhe von 2600 bis 4000 Metern liegen; wenn man Zeuge gewesen ist von der Kraft und der bewundernswürdigen Gewandtheit der Torcadores bei den Stiergefechten in dem 3000 Meter erhobenen Quito; wenn man gesehen hat, wie junge und zarte Frauenzimmer ganze Nächte hindurch tanzen, an Orten, fast eben so hoch wie der Mont-Blanc, wo der berühmte Saussure kaum Kraft genug behielt, um seine Instrumente zu beobachten, und wo seine rüstigen Aelpler, als sie ein Loch in den Schnee graben sollten, in Ohnmacht fielen; wenn man endlich bedenkt, dafs eine berühmte Schlacht, die von Pichincha, fast in der Höhe des Monte Rosa geliefert wurde; — so, glaube ich, wird man mit mir übereinstimmen, dafs der Mensch sich an das Einathmen der verdünnten Luft von den höchsten Gebirgen gewöhnen könne.

Bei allen Ausflügen, welche ich in den Cordilleren

unternahm, ist es mir, bei gleicher Höhe, immer
lästiger geworden eine mit Schnee bedeckte Anhöh
ersteigen, als einen nackten Fels. Wir haben viel
gelitten, als wir den Cotopaxi erkletterten, als bei
steigung des Chimborazo. Auf dem Cotopaxi bli
wir aber auch beständig auf Schnee. Auch die Indi
vom Antisana versicherten uns, daſs sie eine Beklemn
(*Ahogo*) verspürten, wenn sie lange auf Schneeflä
marschirten, und ich gestehe, daſs ich sehr geneigt
die Unannehmlichkeiten, welche Saussure und s
Führer beim Bivouac auf dem Mont-Blanc in der
ſsen Höhe von 3888 Metern empfanden, wenigstens
Theil dieser noch unbekannten Wirkung des Schnee
zuschreiben. Dagegen haben Bivouacs selbst in der I
der Städte Calamarca und Potosi nichts Angreifende

Auf den Gebirgen von Peru, in den Andes
Quito, empfinden die Reisenden, wie die Maulesel
welchen sie reiten, zuweilen und fast plötzlich eine
groſse Schwierigkeit im Athmen; man versichert, s
gesehen zu haben, wie Maulesel in einem der Aspl
ähnlichen Zustand niederfielen. Diese Erscheinung
sich nicht immer, und in vielen Fällen scheint sie u
hängig von den Wirkungen der verdünnten Luft. H
sächlich bemerkt man sie, wenn viel Schnee auf den
gen liegt und das Wetter ruhig ist. Es ist auch
vielleicht der Ort zu bemerken, daſs Saussure sich
den auf dem Mont-Blanc verspürten Unbehaglichk
erleichtert fand, wenn ein schwacher Nordostwind
trat. In Amerika bezeichnet man diesen meteorologis
Zustand der Luft, welcher die Respirationsorgane so
angreift, mit dem Namen *Soroche*. In der ameri
schen Bergmannssprache bezeichnet Soroche Schwefe

1) Nach Hrn. Pentland liegt Calamarca 4141 Meilen hoch
die höchsten Theile der Stadt Potosi erheben sich bis zu
Meter.

[redacted]

ne Andeutung, dafs man die Ursache dieses Phäno-
ens in unterirdischen Exhalationen gesucht hat. Un-
öglich wäre diese Ursache nicht, aber natürlicher ist
t, den Soroche als eine Wirkung des Schnees zu be-
achten.

Die Beklemmungen, welche ich selbst beim Anstei-
n auf Schnee zu mehren Malen erlitten habe, wenn
nselbe von der Sonne beschienen wurde, hat mich auf
ie Vermuthung gebracht, dafs sich daraus durch die
Virkung der Sonnenwärme eine merklich verunreinigte
uft entwickeln möge. Unterstützt wurde diese sonder-
re Idee durch eine ältere Erfahrung von Saussure,
rch welche er gefunden zu haben glaubt, dafs die aus
n Poren des Schnees entwickelte Luft viel weniger
uerstoff enthalte, als die Atmosphäre. Die zur Unter-
chung genommene Luft war aus den Zwischenräumen
s auf dem Col du Géant gesammelten Schnees entbun-
n. Die Zerlegung wurde von Sennebier mittelst
lpetergases angestellt, und zwar vergleichend mit der
uft von Genf. Die Resultate, wie sie uns von Saus-
ure berichtet werden, waren folgende:

»In Genf gab ein Gemeng aus gleichen Theilen at-
osphärischer Luft und Salpetergases zu zweien Malen
10. Die Luft aus dem Schnee, auf gleiche Weise ge-
üft, gab ein Mal 1,85 und ein anderes Mal 1,86 (Rück-
and). Diese Probe, die eine grofse Unreinheit der Luft
zudeuten schien, würde fernere Versuche erfordern,
n die Natur des Gases zu erfahren, welches in dieser
uft die Stelle des Sauerstoffs vertrat.«

Seit sehr langer Zeit hegte ich den Wunsch, den
ersuch von Sennebier zu wiederholen, denn gesetzt,
wäre richtig, die Luft in dem Gebirgsschnee enthielte
rklich weniger Sauerstoff als die gemeine Luft, so be-
iffe man, wie diese durch die Sonnenwärme entwik-
elte unreine Luft bei Verbreitung in die Atmosphäre

) Saussure, *Voyage dans les Alpes*, *T. VII p.* 472.

die Personen belästigen konnte, welche genöthigt waren sie einzuathmen. Aus diesem Gesichtspunkt füllte ich auf der Station von *Chillapullu* eine Flasche mit Schnee. Als wir wieder in der Meierei des Chimborazo anlangten, war der Schnee gänzlich geschmolzen, und das daraus entstandene Wasser nahm ungefähr ein Achtel der Flasche ein; sieben Achtel ihres Rauminhalts waren also mit einer Luft gefüllt, die gröfstentheils aus den Poren des Schnees herstammte. Ich sage gröfstentheils, weil bei dem Einstopfen des Schnees nothwendig eine beträchtliche Menge atmosphärischer Luft mit hineingekommen seyn mufste.

Ich zerlegte die Luft aus dem Schnee von Chillapullu sehr sorgfältig mittelst des Phosphor-Eudiometers.

82 Theile Schneeluft hinterliefsen als Rückstand 68 Theile Stickgas. Es waren also 14 Theile Sauerstoff absorbirt, und folglich enthielt die Luft 0,17 Sauerstoff.

Wenn man nun erwägt, dafs die Flasche aufser der Luft des Schnees auch atmosphärische Luft enthalten mufste, so wird man geneigt seyn, in dieser Analyse eine Bestätigung des von Saussure auf dem Col du Géant erhaltenen Resultats zu erblicken, und die Schwierigkeit des Athmens auf den von der Sonne beschienenen Gletschern, der Saroche der hohen Gebirge Peru's, würde sich bis zu einem gewissen Punkt erklären, wenn man annähme, dafs die einen Gletscher umgebende Luft in dessen Nähe merklich weniger rein sey, als die der übrigen Atmosphäre.

Das von mir erhaltene eudiometrische Resultat ist ohne Zweifel einwurfsfrei; allein ich glaube, es bedarf noch fernerer Versuche, um deutlich zu beweisen, dafs die Luft, welche ich analysirte, genau dieselbe war, wie die in den Poren des Schnees vor dessen Schmelzung enthaltene. In der That mufste ich, um mir diese Luft zu verschaffen, das Schmelzen des Schnees abwarten. Die Luft in der Flasche befand sich also in Berührung mit

dem mehr oder weniger lufthaltigen Wasser, welches aus dieser Schmelzung hervorgegangen. Nun weiſs man aber, daſs unter einem solchen Umstand der Sauerstoff sich leichter im Wasser löst, als der Stickstoff, und daſs die Luft, mit welcher Wasser gesättigt ist, immer mehr Sauerstoff enthält, als die atmosphärische. Die Luft, welche in der Flasche blieb, und welche eben die von mir untersuchte war, konnte also weniger sauerstoffreich seyn, ungeachtet in Wirklichkeit die im Schnee enthaltene Luft die gewöhnliche Zusammensetzung haben mochte. Dieſs ist der Einwurf, welchen man, streng genommen, meinem Resultate machen kann. Was das Saussure'sche Resultat betrifft, so müſste man, um dasselbe beurtheilen zu können, vor allem wissen, welche Methode dieser berühmte Reisende anwandte, um die hernach von Sennebier untersuchte Luft aus dem Schnee zu entbinden.

Die Physiker, welche hohe Berge besucht haben, stimmen darin überein, daſs das Blau des Himmels desto dunkler erscheint, je gröſser die erreichte Höhe ist. Auf dem Mont-Blanc sah Saussure den Himmel von der Farbe des dunkelsten Königsblau [1]), und bei Nacht, während einer seiner Bivouacs auf demselben Berge, schien, nach seinen eigenen Worten, der Mond mit groſsem Glanz an einem Himmel so schwarz wie Ebenholz.

Auf dem *Col du Géant* war die Dunkelheit der Farbe des Himmels noch hervorstechender. Saussure ersann ein eigenes Instrument, um Beobachtungen dieser Art vergleichbar zu machen.

Auf unserer Station auf dem Chimborazo schien uns der Himmel, der bei unserer Ankunft von merkwürdiger Reinheit war, keine dunklere Farbe zu besitzen, als unter welcher wir ihn zu Quito gesehen hatten. Allein da ich Gelegenheit gehabt habe, den Himmel auf einer weit geringeren Höhe fast vollkommen schwarz zu sehen, so

1) Saussure, *Voyage*, *T. VII p.* 321.

berichte ich nur die Thatsachen, wie ich sie beobachtet habe.

Als ich mich auf dem *Tolima* befand, zeigte sich der Himmel in seiner gewöhnlichen Farbe, und doch war ich in der Höhe von 4686 Metern, also wenig unterhalb der Schneegränze.

Auf dem Vulcan *Cumbal* schien mir der Himmel aufserordentlich dunkel indigblau. Ich war damals von Schnee umringt, denn die Kuppel des Vulcans ist von einem Gletscher bekränzt. Während der ganzen Zeit, dafs ich auf dem Cumbal in die Höhe stieg, und so lange ich nicht die Schneegränze erreicht hatte, schien mir diese Farbe viel weniger dunkel.

Bei meiner Besteigung des Antisana hatte der Himmel, ehe ich die Schneegränze erreichte, seine gewöhnliche Farbe; so wie ich aber einmal auf der grofsen Eisfläche war, schien er mir schwarz wie Dinte. Diese Schwärze ward für den Neger, der mein Barometer trug, ein Gegenstand der Bestürzung. Am Abend wurden wir beide von einer Augen-Entzündung befallen, welche uns auf mehre Tage blind machte.

Als ich darauf den Cotopaxi bestieg, versah ich mich und meine Begleiter mit Brillen von farbigem Glase. Nachdem wir fünf Stunden lang auf Schnee gewandert waren, machten wir Halt in 5716 Metern Höhe. Der Himmel, mit blofsen Augen betrachtet, schien uns nicht dunkler zu seyn als von der Ebene aus gesehen, gleich wie wir auf dem Chimborazo den Himmel von Rio-Bamba und Quito wieder fanden. Ich will jedoch nicht läugnen, dafs der Himmel auf hohen Bergen wirklich dunkler sey als am Meeresspiegel; ich besafs kein Cyanometer, und bin überdiefs ganz geneigt, die von Saussure mit diesem Instrumente erhaltenen allgemeinen Resultate anzuerkennen. Ich behaupte blofs, dafs jener Farbenunterschied nur durch Vergleichung merkbar werde, und dafs jene Schwärze des Himmels, wie man sie zuweilen

[redacted]

auf Gletschern wahrgenommen hat, durch eine Mattigkeit der Gesichtswerkzeuge, vielleicht auch durch die Wirkung eines leicht begreiflichen Contrastes veranlafst worden sey.

Die Aelpler, welche Saussure auf seiner denkwürdigen Ersteigung des Mont-Blanc begleiteten, behaupteten, Sterne bei hellem Tage gesehen zu haben; diefs war es, was beim Hinaufsteigen zum Gipfel des Berges führte. Saussure selbst war nicht Zeuge dieses Phänomens, seine Aufmerksamkeit war damals auf andere Gegenstände gerichtet; allein er hat keinen Zweifel gegen die einstimmige Aussage seiner Führer geäufsert. Auf dem Chimborazo, und ich kann hinzufügen, auf keinem der Berge in den Andes, auf denen ich mich zu Höhen erhoben, weit beträchtlicher als die, zu welchen Saussure je in den Alpen gelangt ist, habe ich die Sterne nicht bei Tage wahrnehmen können. Und doch war ich mehrmals, und namentlich auf der Station der Peña colorada, in den günstigsten Umständen dazu; ich befand mich nämlich im Schatten und am Fufs einer sehr hohen Trachytmauer.

Während wir auf dem Chimborazo mit der Anstellung unserer Beobachtungen beschäftigt waren, hatten wir fortwährend das schönste Wetter, und die Sonne schien so warm, dafs es uns gar ein wenig belästigte. Gegen drei Uhr gewahrten wir unten in der Ebene einige Wolken sich bilden; bald rollte der Donner unter unseren Füfsen, zwar schwach, aber nachhaltig; wir glaubten anfangs, es wäre ein *Bramido* oder unterirdisches Brüllen. Nicht lange, so umgaben die Wolken den Fufs des Berges, sie erhoben sich zu uns; wir hatten keine Zeit zu verlieren, denn ehe wir überfallen werden konnten, mufsten wir über die schlechte Stelle hinweg seyn, sonst liefen wir die gröfste Gefahr. Ein starker Schneefall oder ein Frost, der den Weg gleitend gemacht, hätte hingereicht, unsere Rückkehr zu verzögern, und wir hat-

ten keinen Mundvorrath, um auf den Gletschern zu übernachten.

Das Herabsteigen war beschwerlich. Nachdem wir ungefähr 300 bis 400 Meter hinuntergestiegen, kamen wir von oben her in eine Wolke. Etwas weiter hinunter begann es zu hageln, wodurch sich die Luft beträchtlich abkühlte. Im Augenblick, wo wir unsern Indianer, welcher unsere Maulesel bewacht hatte, wieder fanden, schüttete die Wolke einen Hagel von solcher Gröfse auf uns herab, dafs wir es auf den Händen und im Gesicht schmerzhaft empfanden.

Um 4¾ Uhr öffnete ich mein Barometer am Pedro del Almuerzo; da wo es des Morgens um 9 Uhr gestanden hatte

auf .	457^{mm},6	bei 10° C.	Luft 5°,6 C.
fand ich um 4¾ Uhr	458 ,2	- 4 ,8	- 3 ,9 -
Unterschied	000^{mm},6.		

Sonderbar genug, dafs in dieser Höhe die tägliche Barometerschwankung im umgekehrten Sinne stattgefunden hatte, d. h. dafs das Barometer von 9 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags gestiegen statt gefallen war, wie es unter den Tropen beständig geschieht. Diese Unregelmäfsigkeit rührt wahrscheinlich von einem zufälligen Umstand her; ich bin um so mehr geneigt, diefs zu glauben, als ich in der Meierei des Antisana diese Schwankung zwar geringer als in der Ebene, aber doch in demselben Sinne gefunden habe.

In dem Maafse, als wir hinabstiegen, mengte sich ein eisiger Regen unter den Hagel. Die Nacht überraschte uns auf dem Weg; es war acht Uhr, als wir in die Meierei des Chimborazo eintraten.

Die geologischen Beobachtungen, welche ich während dieses Ausflugs zu sammeln vermochte, neigen alle dahin, die Ideen zu bestätigen, welche ich anderswo über die Natur der den Kamm der Andes bildenden Trachyt-

berge ausgesprochen habe; denn auf dem Chimborazo zeigten sich mir alle Thatsachen wieder, welche ich bei Beschreibung der Aequatorial-Vulcane angeführt habe. Offenbar ist dieser ein ausgebrannter Vulcan, wie der Cotopaxi, der Antisana, der Tunguragua und überhaupt alle auf den Plateaux der Andes stehenden Berge. Die Masse des Chimborazo besteht aus einem Haufwerk ganz ohne alle Ordnung über einander gethürmter Trachyttrümmer. Diese oft ungeheueren Trachytstücke eines Vulcans sind im starren Zustand gehoben; ihre Ränder sind scharf; nichts deutet darauf, dafs sie in Schmelzung oder nur einmal im Zustand der Erweichung gewesen wären. Nirgends beobachtet man an irgend einem Vulcane Etwas, was auf einen Lavastrom schliefsen lassen könnte. Niemals ist aus diesen Kratern etwas anderes ausgeworfen als Schlamm-Massen, elastische Flüssigkeiten, und glühende, mehr oder weniger verschlackte Trachytblöcke, welche oft in beträchtliche Entfernungen geschleudert wurden.

Den Fufs des Chimborazo bildet ein Plateau, welches man an den Bächen in der Nähe der Meierei im Detail studiren kann. Hier konnte ich auch erkennen, dafs der Trachyt durchaus nicht geschichtet ist, wohl aber nach allen Richtungen hin zerklüftet. Dieses Gestein ist der Hauptmasse nach feldspäthig, gewöhnlich von grauer Farbe, und schliefst Augit, so wie Krystalle von glasigem Feldspath ein.

Der Trachyt erhebt sich gegen den Chimborazo, und zeigt oft beträchtliche Spalten, die desto breiter und tiefer werden, je mehr sie sich dem Berge nähern. Man könnte sagen, der Chimborazo habe, als er sich hob, das Plateau zersprengt, welches ihm zur Basis dient.

Das Trachytgestein, welches den gröfsten Theil des Bodens der Provinz Quito ausmacht, bietet wenig Abwechslung dar. Die verworren aufgehäuften Blöcke, welche die vulcanischen Kegel bilden, sind mit dem Gestein,

aus welchem ihre Grundlage besteht, von ähnlicher mineralogischer Beschaffenheit. Diese Kegel und steilen Berge sind ohne Zweifel gehoben durch elastische Flüssigkeiten, welche sich an den Punkten des kleinsten Widerstandes Luft gemacht haben. Der in eine Unzahl von Bruchstücken zertrümmerte Trachyt ist wie er war an die Oberfläche gebracht, gehoben durch Dämpfe, die sich entwickelten. Nach der Eruption mufste der zertrümmerte Fels ein gröfseres Volumen einnehmen, da alle Stücke nicht wieder dahin gelangen konnten, von woher sie gekommen waren; sie häuften sich also oberhalb der Oeffnung an, durch welche die Entwicklung der Gase stattgefunden hatte.

Es ist genau, was geschehen würde, wenn man in einem harten und compacten Felsen einen tiefen Brunnen ausgehauen hätte, und nun die dabei erhaltenen Steinstücke wieder hineinschütten wollte; bald würde der Brunnen gefüllt seyn, und wenn man fortführe, die Steinstücke längs seiner Axe aufzuhäufen, so würde man über seiner Mündung einen Kegel bilden, der desto höher seyn würde, als der Brunnen tiefer wäre. So sind, wie ich mir denke, der Cotopaxi, der Tunguragua, der Chimborazo u. s. w. gebildet.

Die elastischen Flüssigkeiten, welche, nachdem sie die Trachytkruste zerrissen, sich einen Ausgang durch dieselbe bahnten, mochten die Oberfläche des Bodens mit bedeutenden, in mehr oder weniger grofsen Tiefen vorhandenen Höhlungen in Gemeinschaft setzen. Und man begreift alsdann, dafs die anfangs gehobenen Felsstücke sich später senken und in diese Höhlungen begeben mochten. So mufste sich dann, statt eines über der Eruptionsstelle erhobenen Kegels, eine Vertiefung auf der Oberfläche des Bodens bilden. So begreife ich die so merkwürdigen Senkungen, welche der Krater des Rucupichincha darbietet, so wie den grünen See der Sol-

fatara des Tuquerès, von dem ich anderswo eine ausführliche Beschreibung geliefert habe.

Ich halte demnach die Bildung der Trachytkegel der Cordilleren für später, als die Hebung der Masse der Andes. Es sind diefs indefs nicht die jüngsten Hebungen, welche in diesen Bergen statt gefunden haben. In der Nachbarschaft der höchsten Pics, namentlich des Cayambé, des Antisana und des Chimborazo, beobachtet man kleine Berge, zwar noch aus Felsstücken bestehend, aber aus neuerem Gestein, welches merklich vom gewöhnlichen Trachyt abweicht. Es ist schwarz, porphyrartig, und seine Masse, welche Krystalle von glasigem Feldspath einschliefst, ist durch Augit gefärbt; die Feldspathkrystalle sind ziemlich selten, und oft glaubt man Basalt zu sehen. Ich habe jedoch niemals Olivin darin angetroffen. Zuweilen ist dieses Gestein compact und in Prismen angeordnet, zuweilen auch schlackenartig, erfüllt mit Löchern. Dann würde man es für Lava nehmen, wenn es etwas beträchtliche Strecken bedeckte; allein nun zeigt es sich immer in Stücken, welche selten Faustgröfse erreichen. Dieses Gestein ist offenbar in sehr neuer Zeit herausgetreten. Zu Chorrera de Pisque, bei Ibarra, sieht man eine schöne Colonade auf einer Alluvion ruhend, Bei dem Pachtgut von Lysco hat sich dieses Gestein im Zustand von Bruchstücken einen Ausgang durch den von ihm gehobenen Trachyt gebahnt. Es ist da, wo Hr. v. Humboldt geglaubt hat einen Lavastrom (*coulée*) aus dem Antisana hervorgetreten zu sehen. In einer anderen Abhandlung habe ich die Gründe entwickelt, welche mich bewogen, der Meinung meines berühmten Freundes nicht beizutreten. Der am Fufs des Chimborazo liegende, erloschene Vulcan von Calpi besteht ebenfalls aus dieser Art von Basalt; wir haben ihn auf unserer Rückkehr nach Rio-Bamba besucht.

Mitten in dem Sande, welcher die ganze Ebene von

Rio-Bamba bedeckt, gewahrt man beim Dorfe Calpi einen Hügel von dunkler Farbe; es ist der Jana-urcu (schwarze Berg).

Am unteren Theile dieses kleinen Berges sieht man Trachyt aus dem Sande hervortreten; er ist von gleicher Natur mit dem, welcher in einiger Entfernung den Chimborazo trägt. Dieser Trachyt scheint stark durchgerüttelt worden zu seyn; er ist voller Spalten und Risse in allen Richtungen. Der Abhang des Jana-urcu, nach Calpi hin, besteht aus kleinen Brocken des schwarzen Gesteins, deren Anhäufung ganz an die Stein-Eruption von Lysco erinnert. Es scheint sogar, dafs diese Eruption am Jana-urcu erst nach der Ablagerung des die Ebene bedeckenden Sandes geschah; denn in der Nachbarschaft des Vulcans ist der Boden mit schwarzen schlackigen Steinen bestreut.

Unsere Führer, Indianer von Calpi, brachten uns an eine Spalte, wo man deutlich das Geräusch eines unterirdischen Wasserfalls hörte; und nach der Stärke dieses Geräusches zu urtheilen, mufste die Wassermasse, welche dasselbe veranlafste, beträchtlich seyn.

Die Unfruchtbarkeit des Bodens von Latacunga bis Rio-Bamba hat mich mehrmals in Verwunderung gesetzt.

Ich fragte mich, warum die Gletscher der hohen Berge, welche diese Gegend beherrschen, nicht Bäche in Menge veranlafsten. Die Trockenheit dieser Hochebene ist indefs blofs oberflächlich; es scheint gewifs, dafs die Wässer dieser Berge in den lockeren Boden eindringen, und dann mehr oder weniger tief im Innern desselben circuliren. Der unterirdische Wasserfall vom Jana-urcu ist schon ein Beweis davon, und fernere Beweise liefern die oft sehr ergiebigen Quellen, die man, beim Hinabsteigen in die tiefen Schluchten, welche das Alluvial-Gebiet dieser Hochebene ausfurchen, an mehren Orten zu Tage kommen sieht.

Ganz dicht bei Latacunga, zwischen dieser Stadt und

dem Cotopaxi, giebt es eine Quelle, welche man beim Graben in dem bimssteinigen Conglomerat einige Meter unter der Oberfläche angetroffen hat. Sie wird von den Indianern *Timbo-pollo* genannt. In Wirklichkeit ist es aber keine Quelle, sondern ein unterirdischer Fluſs, denn das Wasser erneut sich unaufhörlich, und man nimmt selbst die Richtung der Strömung sehr deutlich gewahr. Die Temperatur dieses unterirdischen Flusses habe ich zu 18°,8 C. gefunden; die mittlere Temperatur von Latacunga ist 15°,5 C.

Am 21. Dec. waren wir nach Rio-Bamba zurückgekehrt, wo ich noch einige Tage verweilte, um die Beobachtungen, welche ich mir vorgesetzt hatte, zu vollenden.

Am 23. Dec., Nachmittags, verlieſs ich Rio-Bamba, meinen Weg nach Guayaquil nehmend, wo ich mich einzuschiffen hatte, um die Küste von Peru zu besuchen.

Angesichts des Chimborazo trennte ich mich vom Obersten Hall, dessen Zutrauen und Freundschaft ich mich während meines ganzen Aufenthalts in der Provinz Quito zu erfreuen hatte. Seine genaue Kenntniſs der Oertlichkeiten ist mir vom gröſsten Nutzen gewesen, und eben so habe ich in ihm einen vortrefflichen, unermüdlichen Reisegefährten gefunden. Wir beide haben endlich sehr lange der Sache der Unabhängigkeit gedient. Unser Abschied war rührend; es war, wie wenn uns Etwas sagte, daſs wir uns nicht wiedersehen sollten. Und leider war dieſs traurige Vorgefühl nur zu gegründet. Einige Monate hernach wurde mein unglücklicher Freund in einer Straſse von Quito ermordet.

[redacted]

II. *Prüfung der neuerlich gemachten Bestimmungen über die Volumsveränderungen des Wassers in verschiedener Wärme, und über die Wärme für die gröfste Dichtigkeit des Wassers; von Gustav Gabriel Hällström.*

(*Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1833.)

Zehn Jahre sind bereits verflossen, seitdem ich die Ehre hatte, der Königlichen Academie von meinen damaligen Bemühungen zur näheren Bestimmung der Volumsveränderungen des Wassers in verschiedener Wärme und des der gröfsten Dichtigkeit des Wassers entsprechenden Wärmegrads Rechenschaft abzulegen [1]). Zu dieser Bestimmung bediente ich mich hauptsächlich der hydrostatischen Methode, indem ich Wasser von verschiedener Wärme in einer Glaskugel wägte, deren Ausdehnung durch Wärme ich besonders ausgemittelt hatte. Solchergestalt fand ich, nachdem die erforderlichen Berichtigungen, wie ich glaube, hinlänglich angebracht worden, dafs die Dichtigkeit y des Wassers bei t Graden Celsius zwischen $t=0$ und $t+32{,}5$ ausgedrückt werde durch die Gleichung:

$$y = 1 + 0{,}0000529397t - 0{,}0000065322t^2 + 0{,}00000001445t^3,$$

welche die gröfste Dichtigkeit des Wassers giebt bei der Temperatur $t = 4^\circ{,}108 \pm 0{,}238$.

Dieses Resultat galt für zuverlässig, und wurde auch vom Professor Muncke in Heidelberg [2]) für am genausten mit den directen Messungen übereinstimmend erklärt,

1) Annal. Bd. I S. 129.

2) Gehler's physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet, Bd. I Art. Ausdehnung, S. 614.

[redacted]

bis derselbe, verdienstvolle Naturforscher, durch eigene neue und mühsam angestellte Beobachtungen und Berechnungen, ein vom meinigen etwas abweichendes Resultat bekam, nämlich für das Wasservolum bei der Temperatur t^0 C.

$$v = 1 - 0{,}000059473\,t + 0{,}0000082100\,t^2 - 0{,}00000006214\,t^3 + 0{,}000000000289\,t^4,$$

welche Gleichung die gröfste Dichtigkeit des Wassers auf $t^0 = 3^0{,}78$ verlegt [1]). Diese seine Angabe hält er für genauer als alle früheren, weshalb er ihr auch nach unternommener Prüfung den Vorzug vor den älteren giebt [2]). Dabei äufsert er, das von mir gefundene Resultat könne nicht auf den erforderlichen Grad von Genauigkeit Anspruch machen [3]), und führt zur Stütze dieses Urtheils folgende vermeintliche Gründe an: 1) dafs, wiewohl ich bei meinen Versuchen über die Ausdehnung des Glases die Vorsicht getroffen, von der Glashütte Röhre und Kugel auf ein Mal, aus der Glasmasse desselben Schmelztiegels geblasen, zu verlangen, es sich doch fragen lasse, ob beide von dem nämlichen Glase gewesen seyen, da, wie bekannt, in einem und demselben Tiegel die schwerere Masse zu Boden sinke; 2) dafs es unentschieden sey, ob ungleich dickes [4]), und ungleich abgekühltes Glas demselben Ausdehnungsgesetze folge; und hauptsächlich 3) dafs in einer veränderlichen warmen Wassermasse einzeln horizontale Schichten von ungleicher Dichtigkeit vorkommen, woraus dann folge, dafs das Wasser nicht sechs oder zehn Secunden lang ruhig stehe, während doch

1) Siehe dessen Abhandlung in den *Mémoires présentés à l'académie imp. des sciences de St. Petersbourg par divers savans, T. I Livraisons* 3. *et* 4. 1830, *p.* 249.

2) Gehler's Wörterb. Bd. IV S. 1491.

3) Angeführte Abhandlung, S. 251.

4) Dagegen sieht er es früher in Gehler's Wörterb. Bd. I S. 577 Zeile 9 als entschieden an, dafs in dieser Beziehung zwischen dickem und dünnem Glase keine Verschiedenheit stattfinde.

zur Wägung und zur Bestimmung der Gewichte eine weit längere Ruhe erforderlich sey.

So oberflächliche Einwürfe erfordern eine wenig umständlichere Widerlegung. Ich brauche nur zu bemerken: 1) dafs kein Grund zu dem ersten Einwurf vorhanden ist, da ich ausdrücklich angegeben habe [1]), dafs ich bei meiner Untersuchung eine Kugel und eine Röhre anwandte, die zur selben Zeit aus demselben Schmelztiegel und derselben Masse, folglich nicht die eine von oben, und die andere von unten aus dem Tiegel genommen worden waren; und weshalb sollte man annehmen, dafs sie ungleich abgekühlt worden, da alle Wahrscheinlichkeit vorhanden war, dafs Stücke von derselben Blasung auch in demselben Ofen abgekühlt werden. — 2) Dafs wenn dünnes und dickes Glas nicht demselben Ausdehnungsgesetze folgt, der Tadel nicht blofs meine, sondern in gleichem Maafse auch Muncke's eigene Beobachtungen rifft, da die dabei benutzten Kugeln und Röhren nicht von gleich dickem Glase waren; und 3) dafs das Wasser sich nur in dem Fall in horizontalen Schichten von ungleicher Dichtigkeit ablagert, und dadurch in beständige Bewegung kommt, wenn die Temperatur aufserhalb des Gefäfses verschieden ist von der des Wassers in demselben, dafs aber alle solche Bewegung aufhört, sobald die ganze innere Wassermasse die Wärme des äufseren Elements erhält. Ich habe ausdrücklich gesagt, dafs das von mir untersuchte Wasser sich in einem Gefäfse befand, dafs in einem anderen ebenfalls mit Wasser gefüllten stand, und dafs diefs letztere Wasser durch Vermischen und Umrühren zu einer gleichförmigen und der erforderlichen Temperatur gebracht wurde, welche dadurch Zeit erhielt, sich dem inneren Wasser mitzutheilen, wodurch dieses zuletzt in Ruhe kommen, und zur Wägung der Glaskugel geschickt werden mufste, so lange das äufsere sich bei unveränderter Temperatur erhielt.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. I S. 149.

[redacted]

Meinerseits könnte ich ebenfalls diese und jene Bedenklichkeit bei Muncke's Beobachtungen auffinden; allein ich sehe zugleich ein, daſs die Wahrheit und die Wissenschaft durch Aufwerfung bloſser Zweifel wenig gewinnt. Gern bediene ich mich daher jener verdienstvollen Arbeit, so wie sie ist, zu einer Prüfung, welcher die Wissenschaft für jetzt um so mehr bedarf, als auch ein dritter Mitarbeiter über diesen Gegenstand, Professor Stampfer in Wien, neuerlich Resultate gefunden und bekannt gemacht hat, welche von denen seiner Vorgänger abweichen. Er gebrauchte ganz dasselbe Verfahren, welches ich anwandte, nur nahm er zur Wägung einen hohlen Cylinder von Messing, dessen Ausdehnung berichtigt wurde. So fand er die Dichte y des Wassers bei t° C.

$$y = 1 + 0{,}000060939\,t - 0{,}0000084246\,t^2 + 0{,}00000005801\,t^3 - 0{,}0000000001217\,t^4,$$

wornach die gröſste Dichtigkeit des Wassers bei $t = 3^{\circ}{,}75$ C. eintritt [1]).

Da wir alle drei bei Anstellung der Versuche so bedachtsam verfuhren, als es nur möglich war und die Umstände zu erfordern schienen, wir daher einander nicht unbewiesene, bloſs vermuthete Mängel vorwerfen dürfen, so fragt es sich bloſs im Interesse der Wissenschaft, wo liegt die Wahrheit, so weit unsere Beobachtungen sie ausmitteln können. Wenn also die gröſste Dichtigkeit des Wassers gefunden ist

durch meine Versuche bei	$t = 4^{\circ}{,}108$	C.
- Munke's - -	$t = 3\ {,}78$	-
- Stampfer's - -	$t = 3\ {,}75$	-

was ist die richtige Temperatur für diesen Fall? woher kann die Verschiedenheit unserer Beobachtungen entstanden seyn? Dieſs ist's, worüber ich beabsichtige eine genaue und unpartheiische Prüfung vorzunehmen. Und da

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 75.

kein Grund vorhanden ist, im Voraus die Versuche und Beobachtungen des Einen für weniger zuverlässig als die des Andern zu halten, so kommt es nur darauf an, nachzuforschen, ob gegen die Berechnung etwas zu erinnern sey. Zum Glück für die Wissenschaft sind auch die Rechnungsmethoden bereits so vervollkommt, daſs man durch sie allein den relativen Werth einer jeden Beobachtungsreihe zu bestimmen vermag.

Was zunächst die Berechnung meiner Beobachtungen, als der ältesten der in Frage stehenden, betrifft, so habe ich sie umgearbeitet, nicht wegen des Urtheils, welches Muncke [1]) und Stampfer [2]) über meine Bestimmung der Ausdehnung des von mir gebrauchten Glases gefällt haben, oder weil die Berechnung unrichtig wäre, sondern nur, um auf eine directere Weise, als es in den *K. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1823, *p.* 226 [3]), geschehen ist, die wahrscheinliche Unsicherheit der Versuche zu bestimmen. Durch directe und mit der von mir angewandten Glasart eigends angestellte Messungen und Berechnungen, worin nicht im Mindesten etwas anderes, als was die Natur mir gezeigt hat, vorkommt, und woran ich deshalb nicht das Geringste zu widerrufen oder zu ändern finde [4]), habe ich gefunden, daſs die Glaslänge

1) Gehler's Wörterbuch, Bd. I. S. 577.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 117.

3) Poggendorff's Annalen, Bd. I S. 167.

4) Das ganze Detail dieser Untersuchung findet sich an der zuletzt citirten Stelle umständlich angegeben. Die, welche darauf bestehen, darin eine vorsätzliche Unrichtigkeit oder eine unerlaubte Willkühr zu finden, verrathen eine Denkweise, welche für ihre eignen Angaben wenig Vertrauen erweckt. Nicht einmal jetzt sehe ich darin einen Umstand, der mein Urtheil hätte irre leiten können. Zu versuchen, durch neue Beobachtungen auszumitteln, wie weit dieſs damals der Fall gewesen wäre, ist jetzt unmöglich, da das untersuchte Glas bei dem Brande von Åbo zerstört wurde. Glücklicherweise halte ich dieſs auch

länge G für t^0 C. ausgedrückt wird durch die Gleichung:

$$G = 1 + 0{,}00000196\,t + 0{,}000000105\,t^2.$$

Die Richtigkeit dieser Gleichung hat man bezweifeln wollen, aus dem Grunde, weil sie nicht mit den Angaben Anderer übereinstimmt, wobei man aber vergessen hat, dafs Andere nicht mein Glas-Individuum untersucht haben. Das Verhalten desselben verlangt keine Aenderung in dem, was Andere bei ihren Glase gefunden haben. Zum fernerweitigem, wiewohl indirectem, aber doch überzeugendem Beweise der Richtigkeit dieser Behauptung diene die Bemerkung, dafs, während ich mit Anwendung obiger Gleichung die gröfste Dichtigkeit des Wassers bei $t = 4^0{,}108$ C. fand, was sich nur um $\frac{1}{9}$ Grad von der Angabe Muncke's entfernt, der von mir gefundene Werth für die gröfste Dichtigkeit des Wassers *ohne* Glascorrection, nämlich:

$$y' = 1 + 0{,}0000588\,t - 0{,}00000622\,t^2 + 0{,}0000000144\,t^3.$$

das Maximum *nach* dieser Correction, zufolge der Bestimmung von

Lavoisier	(französisches Glas)	giebt bei	$t = 2^0{,}6$ C.
- -	(englisches Glas)	- -	$t = 2\,{,}8$ -
Roy		- -	$t = 2\,{,}8$ -
Dulong und Petit		- -	$t = 2\,{,}7$ -
Horner		- -	$t = 2\,{,}5$ -
Muncke		-	$t = 2\,{,}6$ -

Diese Resultate weichen, wie man allgemein zugeben wird, so stark von dem richtigen Werthe ab, dafs deutlich daraus hervorgeht, sowohl, dafs das an andern Orten bestimmte Gesetz der Ausdehnung des Glases durch-

nicht für nöthig, wenn man das weiterhin Angeführte erwägt, und zugleich weifs, dafs das in Finnland verfertigte Glas so ungemein schwer schmelzbar ist, dafs es zur Bearbeitung vor der Glasblaselampe nicht gebraucht werden kann, wodurch es auch seine Verschiedenheit von den Glassorten von anderen Orten an den Tag legt.

aus nicht auf die von mir gebrauchte Glaskugel angewandt werden kann und darf, als auch, daſs die, welche darauf dringen, daſs dieſs dennoch geschehen, oder die Ausdehnung meines Glases mit den Resultaten Anderer übereinstimmen müsse, gar nicht recht bedacht haben, worauf sie in der Eile bestanden.

Der Natur der Sache nach konnte ich das genannte Gesetz entweder so gebrauchen, daſs ich erst nach den uncorrigirten Angaben für die Ausdehnung des Wassers den Werth y' berechnete und diesen auf ein Mal mit dem gefundenen Werthe G corrigirte, oder auch so, daſs ich den aus jedem einzelnen Versuch hervorgehenden Werth für die Dichtigkeit oder das Volum des Wassers für sich mit dem entsprechenden Werth von G corrigirte und nach diesen so erhaltenen Bestimmungen die Formel berechnete. Den ersten Weg schlug ich früher ein, den letzteren will ich jetzt einschlagen, theils der Controle halber, theils, und hauptsänhlich aber, um dadurch die wahrscheinliche Unsicherheit in den Coëfficienten, welche das Maximum der Dichtigkeit des Wassers bestimmen, mit geringerem Umwege zu finden. Ich habe mich dadurch versichert, daſs die Wahrheit dabei gewinnen werde.

Durch Berichtigung der aus den einzelnen Versuchen gefundenen Werthen mit G entstehen folgende Bestimmungen:

Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.	Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.	Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.
0°	1,000000	10°,0	1,000088	24°,0	1,002308
0 ,8	0,999984	10 ,5	1,000156	25 ,1	1,002510
1 ,0	0,999973	11 ,0	1,000224	25 ,5	1,002649
1 ,1	0,999968	15 ,2	1,000653	25 ,7	1,002691
1 ,3	0,999944	15 ,4	1,000681	26 ,5	1,002894
1 ,4	0,999957	16 ,0	1,000810	27 ,0	1,003029
1 ,8	0,999929	16 ,3	1,000818	27 ,2	1,003080
2 ,0	0,999912	16 ,8	1,000918	27 ,6	1,003223
2 ,2	0,999907	17 ,0	1,000977	27 ,9	1,003273
2 ,5	0,999890	17 ,5	1,000999	28 ,2	1,003353
3 ,0	0,999877	17 ,8	1,001053	29 ,0	1,003584
3 ,7	0,999895	18 ,0	1,001129	29 ,4	1,003693
4 ,0	0,999879	18 ,7	1,001192	30 ,0	1,003944
4 ,8	0,999879	19 ,0	1,001296	30 ,4	1,004016
5 ,0	0,999881	20 ,0	1,001474	30 ,6	1,004083
5 ,7	0,999906	20 ,2	1,001495	31 ,0	1,004173
6 ,2	0,999918	20 ,4	1,001537	31 ,2	1,004259
6 ,7	0,999922	20 ,5	1,001546	32 ,0	1,004664
8 ,0	0,999979	21 ,0	1,001673	32 ,2	1,004608
8 ,6	1,000010	21 ,2	1,001658	32 ,3	1,004673
9 ,0	1,000027	22 ,0	1,001790	32 ,5	1,004764

Wenn diese Werthe unter Benutzung der Gleichungsform:

$$v-1=at+bt^2+ct^3,$$

wo v das Wasservolum bei der Wärme t ist, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet werden, findet sich:

$$0=-\ 2{,}629822+24599{,}34.a+639442{,}9.b+17499371.c$$

$$0=+\ 73{,}534005+639442{,}9\ .a+17499371.b+494845620.c$$

$$0=-2106{,}02324+1749937{,}1\ .a+494845620.b+14317580568.c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2=0{,}000311708023.$$

Daraus wird erhalten:

$a = -0{,}000049976$; $\log a = 0{,}6987652 - 5n$

$b = +0{,}0000062453$; $\log b = 0{,}7955520 - 6$

$c = -0{,}0000000076445$; $\log c = 0{,}8833507 - 9n$

oder:

$$\text{I)}\quad v = 1 - 0{,}000049976\,t + 0{,}0000062453\,t^2 - 0{,}000000007645\,t^3,$$

so wie die Summe der Quadrate der rückständigen Fehler:

$$S = 0{,}00000005806$$

und die wahrscheinliche Unsicherheit in v, a, b, c:

$\varepsilon''v = 0{,}00002098$; $\varepsilon''a = 0{,}00000122$

$\varepsilon''b = 0{,}000000138$; $\varepsilon''c = 0{,}000000003.$

Folglich giebt die Gleichung:

$$\frac{dv}{dt} = 0 = -0{,}000049976 + 0{,}0000124906\,t - 0{,}00000002292\,t^2$$

den Werth von t für das kleinste Volum oder die gröfste Dichtigkeit des Wassers, nämlich $t = 4^\circ{,}031$ C.

Wenn man, um den wahrscheinlichen Fehler für t zu finden, in der letzten Gleichung $0 = a + 2bt + 3ct^2$ macht $t = 4 + z$, so findet man approximativ, aber hinlänglich genau:

$$z = -\tfrac{1}{2}\frac{a+8b+48c}{b+12c} \quad \text{oder} \quad t = 4 - \tfrac{1}{2}\cdot\frac{a+8b+48c}{b+12c}$$

und folglich den wahrscheinlichen Fehler:

$$\varepsilon''t = \tfrac{1}{2}\varepsilon''\left(\frac{a+8b+48c}{b+12c}\right).$$

Aber nach den von Gaufs entwickelten Gründen ist:

$$\varepsilon''\left(\frac{a+8b+48c}{b+12c}\right) = \left(\frac{a+8b+48c}{b+12c}\right) \times \sqrt{\left\{\left(\frac{\varepsilon''(a+8b+48c)}{a+8b+48c}\right)^2 + \left(\frac{\varepsilon''(b+12c)}{b+12c}\right)^2\right\}}$$

und:

$$\varepsilon''(a+8b+48c) = \sqrt{(\varepsilon''a)^2 + 64(\varepsilon''b)^2 + 2304(\varepsilon''c)^2}$$

so wie:

$$\varepsilon''(b+12c)=\sqrt{(\varepsilon''b)^2+144(\varepsilon''c)^2},$$

weshalb:

$$\varepsilon''t=\tfrac{1}{2}\left(\frac{a+8b+48c}{b+12c}\right)\times$$

$$\sqrt{\left\{\frac{(\varepsilon''a)^2+64(\varepsilon''b^2)+2304(\varepsilon''c)^2}{(a+8b+48c)^2}+\frac{(\varepsilon''b)^2+144(\varepsilon''c)^2}{(b+12c)^2}\right\}}$$

oder mit Ausschlufs der letzten Gröfse, die wegen ihrer Kleinheit hier keine so grofse Aenderung bewirkt, dafs auf sie brauchte Rücksicht genommen zu werden:

$$\varepsilon''t=\frac{\sqrt{(\varepsilon''a)^2+64(\varepsilon''b)^2+2304(\varepsilon''c)^2}}{2b+24c}$$

$$=0{,}031\sqrt{18{,}793}=\pm 0^\circ{,}134,$$

mithin die gröfste Dichtigkeit des Wassers bei $t=4^\circ{,}031 \pm 0{,}134$ Celsius. Dieser Werth ist von dem früheren nur um $0^\circ{,}077$ verschieden, scheint ihm aber vorgezogen werden zu müssen, weil er sich zwischen engeren Gränzen hält.

Muncke giebt drei von ihm gefundene Beobachtungsreihen an, welche, wie er an mehr als einer Stelle versichert, einen ausgezeichneten Grad von Zuverlässigkeit besitzen, und welche also für weit vorzüglicher als meine von ihm verworfene angesehen werden müfsten. Der unpartheiische, blofs die Sache, nicht die Person berücksichtigende Calcül mag entscheiden, ob und wie weit dieses Urtheil mit der Wirklichkeit übereinstimme. Er benutzte die von De Luc angewandte Methode, beobachtete nämlich den Stand des in zwei thermometerähnliche, mit Glasröhren versehene Kugeln eingeschlossenen Wassers bei verschiedenen Temperaturen. Die eine *A*, von 0,75 Par. Zoll Durchmesser, enthielt 0,22, die andere *B*, von 1,25 Par. Zoll Durchmesser, 1,02 Par. Kubikzoll Raum. Durch eingefülltes Quecksilber von verschiedener Wärme bestimmte er die Ausdehnung beider Gläser, und gebrauchte dann die gröfsere Kugel *B* zur Erhaltung der Reihe No. 1 und die kleinere *A* zu der Reihe No. 2. Ueberdiefs füllte derselbe, zum Behufe

besonderer Versuche, die Kugel *A* mit Wasser und so viel Quecksilber, als, der Berechnung nach, die Ausdehnung des Glases compensiren mufste, wodurch also diefs beobachtete Wasservolum bedeutend vermindert wurde; damit erhielt er die Beobachtungsreihe No. 3.

Wiewohl diese Reihen nach dem ungleichen Betrag der kleinen Wassermengen nothwendig von ungleichem Gewichte seyn müssen, besonders da Muncke selbst angiebt, dafs die Reihe No. 1, zuletzt erhalten, nachdem er durch anhaltende Uebung die mannigfaltigen, hier in Betracht kommenden Nebenumstände kennen, und die daraus leicht entspringenden Fehler vermeiden gelernt, den übrigen vorzuziehen sey, hat er sie doch alle in gleichem Maafse angewandt, und in den Fällen, wo mehre Angaben für dieselbe Wärme gefunden wurden, das arithmetische Mittel, dagegen für solche Temperaturen, bei denen nur in einer Reihe beobachtet wurde, einzelne Werthe als Grundlage zu seiner Rechnung genommen. Und wiewohl in allen Reihen Beobachtungen für die Wärme von 1° bis 7° angestellt wurden, hat er diese doch, zur Vermeidung negativer Gröfsen, von der Berechnung ausgeschlossen, und folglich die Angaben aufser Acht gelassen, die bei der Frage über die gröfste Dichtigkeit des Wassers gerade die wichtigsten sind und den gröfsten Einflufs ausüben müssen. Ohne sie mufs folglich diese Bestimmung nothwendig weniger richtig seyn, als im Fall sie mit den übrigen zu dem Resultat hinzugezogen worden wären. Solchergestalt kommt er zu Bedingungsgleichungen, deren Form beweifst, dafs wenn er auch die Methode der kleinsten Quadrate anwandte, er doch wenigstens die Vorschriften der Gaufsischen Eliminationsmethode nicht benutzte zur Auffindung der oben angegebenen Endgleichung, deren Coëfficienten bis zur dritten Decimale berechnet sind, wiewohl sich aus dem Vergleich der Beobachtungs- und Berechnungsresultate ergiebt, dafs der wahrscheinliche Fehler, wel-

cher durch den Gebrauch der Formel begangen wird, schon die vierte Decimale afficirt. Dieser Vergleich giebt nämlich die Summe der Quadrate der Fehler

$$S = 0{,}000001196$$

und den wahrscheinlichen Fehler 0,00012; wenn aber schon die vierte und fünfte Decimale unsicher sind, müssen die übrigen 25 als ziemlich unnütz erscheinen. Daneben liefern auch die von Muncke selbst (S. 300 bis 302) gegebenen Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Werthen einen unwidersprechlichen Beweis davon, dafs entweder die Beobachtungen oder die Berechnung, oder beide einigem Einwurf ausgesetzt sind. Diese Unterschiede müfsten nämlich, wenn kein constanter Fehler auf die ersten einwirkte, und wenn zugleich die letztere gehörig ausgeführt wurde, über die ganze Reihe einigermafsen gleichmäfsig vertheilt seyn; allein diefs ist nicht der Fall, sondern sie nehmen deutlich mit der Wärme zu. Er fand sie so, wie es folgende Tafel zeigt:

Wärme.	Unterschiede.	Wärme.	Unterschiede.
5°	+0,0000040	55°	+0,0001851
10	—0,0000082	60	+0,0001965
15	+0,0000057	65	+0,0002701
20	—0,0000129	70	—0,0000794
25	—0,0000118	75	+0,0002748
30	—0,0000048	80	+0,0002384
35	—0,0000691	85	+0,0001737
40	—0,0000372	90	—0,0000202
45	—0,0000276	95	—0,0003956
50	+0,0000367	100	—0,0008433

Man sieht deutlich, dafs diese Zahlen stärker zunehmen als im einfachen Verhältnifs der Wärme, und dafs sie bei vollständiger Berechnung die Gleichung für eine Curve geben würden. Um Weitläufigkeit zu vermeiden, mögen sie hier nur nach der einfacheren, aber für

den Zweck hinreichend genauen Functionsform $x=\alpha+\beta t$ berechnet werden. Die Quadrat-Methode giebt dann:

$$0{,}0029251 = 20\alpha + 1050\beta$$
$$0{,}2318076 = 1050\alpha + 71750\beta,$$

woraus:

$$\alpha = -0{,}0001008 \text{ und } \beta = 0{,}000004706$$

oder:

$$x = -0{,}0001008 + 0{,}000004706\,t.$$

Daraus findet man, dafs zwischen $t=0$ und $t=100$, x variirt von $-0{,}0001008$ bis $+0{,}0003698$, was unwiderleglich beweist, dafs sich ein mit der Wärme zunehmender constanter Fehler, der durch die Berechnung nicht eliminirt werden kann, eingeschlichen, und nothwendig eine Unrichtigkeit in dem Hauptresultat herbeigeführt hat.

In der Vermuthung, dafs ein zuverlässigeres Resultat erhalten werden möchte, wenn Muncke's beste Reihe allein, und nicht alle dessen 48 Angaben [1]) benutzt würden, unternahm ich eine Berechnung derselben nach der Methode der kleinsten Quadrate, wandte aber nur die drei ersten Potenzen des Wärme-Ausdrucks an, weil ich deutlich sah, dafs durch Einführung mehrer Glieder nichts gewonnen werde. Ich fand dann Folgendes:

Reihe No. 1.

$$25{,}147173 = 82004\,a + 5772096\,b + 458676392\,c$$
$$1987{,}6063 = 5772096\,a + 458676392\,b + 38738740776\,c$$
$$167100{,}41 = 458676392\,a + 38738740776\,b + 3387826129064\,c$$

welche mit dem aufserdem gefundenen Werth:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0{,}00862061$$

geben:

$a = -0{,}000025424$; $Log.\ a = 0{,}4052419 - 5n$
$b = +0{,}0000057457$; $Log.\ b = 0{,}7593425 - 6$;
$c = -0{,}000000012954$; $Log.\ c = 0{,}1123994 - 8n$

1) Siehe S. 282 und 283 in den oft citirten *Mém. pres.*

[redacted]

und das Wasservolum v für die Temperatur t^0 C. also:

II) $v = 1 - 0{,}000025424\,t + 0{,}0000057457\,t^2$
$$- 0{,}000000012954\,t^3,$$

so wie die Summe der Quadrate der Fehler $S = 0{,}0000011$ und den wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon''v = 0{,}00011$, welcher folglich mehr denn fünf Mal größer ist, als der, mit welchem meine Beobachtungsreihe behaftet ist. Diese Endgleichung giebt die Temperatur für die größte Dichtigkeit des Wassers $t = 2^0{,}23$ C., ein unerwartetes Resultat, welches, wenn man sich erinnert, was auch Muncke selbst angiebt (a. a. O. S. 304), daſs diese Temperatur nicht unter $3^0{,}5$ C. liegen könne, sehr von der Wahrheit abweichen und folglich beweisen muſs, daſs die Beobachtungsreihe nicht so zuverlässig seyn kann als sie nach seiner Angabe seyn soll.

Dieſs unerwartete Resultat erregte die Vermuthung, es möchten die übrigen beiden Reihen, oder wenigstens eine derselben, ein nach entgegengesetzter Seite hin abweichendes Resultat ergeben, so daſs doch Muncke durch Benutzung der Mittelzahl aus allen den von ihm gefundenen Werth erhalten haben könnte. Um hierüber zu entscheiden, war es nöthig, auch diese abermals zu berechnen. Solchergestalt fand ich

für die Reihe No. 2:

$$24{,}10398 = 72640\,a + 5522400\,b + 451823312\,c$$
$$1962{,}0898 = 5522400\,a + 451823312\,b + 38542999200\,c$$
$$166615{,}52 = 451823312\,a + 38542999200\,b + 3382140107920\,c$$

so wie:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0{,}0085289149$$

und:

$a = -0{,}000027744$; $Log.\,a = 0{,}4431650 - 5n$;
$b = +0{,}0000058552$; $Log.\,b = 0{,}7675435 - 6$;
$c = -0{,}000000013772$; $Log.\,c = 0{,}1389926 - 8n$;

oder:

[redacted]

III) $v = 1 - 0{,}000027744\,t + 0{,}0000058552\,t^2$
$- 0{,}000000013772\,t^3,$

so wie:

$S = 0{,}00000125$ und $\varepsilon'' v = 0{,}00014,$

woraus die Temperatur für die gröſste Dichtigkeit wird $t = 2^\circ{,}39$ C.

für die Reihe No. 3:

$24{,}02568 = 72640\,a + 5522400\,b + 451823312\,c$

$1954{,}6175 = 5522400\,a + 451823312\,b$
$+ 38542999200\,c$

$165945{,}62 = 451823312\,a + 38542999200\,b$
$+ 3382140107920\,c$

so wie:

$\Sigma(v - 1)^2 = 0{,}0084645286$

und:

$a = -0{,}000022435$; $Log.\,a = 0{,}3509292 - 5n;$
$b = +0{,}0000057105$; $Log.\,b = 0{,}7566799 - 6;$
$c = -0{,}000000013026$; $Log.\,c = 0{,}1148145 - 8n;$

oder:

IV) $v = 1 - 0{,}000022435\,t + 0{,}0000057105\,t^2$
$- 0{,}000000013026\,t^3$

und:

$S = 0{,}00000143$ und $\varepsilon'' v = 0{,}00015,$

woraus die Temperatur für die gröſste Dichtigkeit

$t = 1^\circ{,}98$ C.

Was ich vermuthete ist also eingetroffen; die eben gefundenen Resultate zwingen mich unwiderruflich zu nachstehenden Schlüssen:

1) Daſs die von Muncke gegebenen Beobachtungsreihen, bei denen der wahrscheinliche Fehler, überhaupt genommen, sechs Mal gröſser ist als bei meinen Beobachtungen, in ihrer Gesammtheit durchaus nicht angewandt werden können, und deshalb auch nicht dürfen, um über das zwischen den Wärmegraden 0° und 9° stattfindende Verhalten etwas Specielles zu bestimmen; daſs aber, wenn man auch hierauf bestände, man leicht finden würde:

2) Dafs er seine Berechnung nicht nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt, sondern ohne Zweifel nach einer anderen für gut gehaltenen, welche nicht das wahrscheinlichste Resultat liefert.

3) Dafs sich in alle drei Reihen ein wahrscheinlich von der Beobachtungsmethode herrührender constanter Fehler eingeschlichen hat, welcher durch die Rechnung nicht eliminirt werden konnte.

Zur Rechtfertigung des ersten dieser Urtheile brauche ich nur zu bemerken, dafs es ungezwungen aus dem Vergleich der Volumsveränderungen innerhalb der angeführten Temperaturgrade mit dem durch Berechnung nachgewiesenen wahrscheinlichen Fehler hervorgeht. Wie eben gefunden, sind diese in der Bestimmung von $v-1$, oder, was dasselbe ist, von v zurückbleibende Fehler

bei der Reihe No. 1 $=0{,}00011$
- - - No. 2 $=0{,}00014$
- - - No. 3 $=0{,}00015$

und in Muncke's, alle Reihen umfassende Berechnung $=0{,}00012$.

Dagegen sind die durch den Versuch bestimmten Volume $v-1$ folgende:

t.	Aus der Reihe No. 1.	Aus der Reihe No. 2.	Aus der Reihe No. 3.	Aus sämmtlichen Reihen.
1°	—0,0000566	—0,0000356	—0,0000416	—0,0000446
2	—0,0000966	—0,0000713	—0,0000833	—0,0000837
3	—0,0001114	—0,0001158	—0,0000937	—0,0000070
4	—0,0001179	—0,0001248	—0,0001041	—0,0001156
5	—0,0001161	—0,0000983	—0,0000729	—0,0000957
6	—0,0000808	—0,0000895	0,0000520	—0,0000741
7	—0,0000445	—0,0000363	0	—0,0000272
8	0,0000149	—0,0000009	0,0000208	—0,0000116
9	0,0000753	0,0000435	0,0001145	—0,0000777

Folglich ist, mit Ausnahme von drei Fällen unter sechs und dreifsig, der Werth von $v-1$ innerhalb dieser Gränzen kleiner als der wahrscheinliche Fehler, und

daraus leuchtet ein, dafs sich aus diesen Berechnungen kein Resultat über die Volume unterhalb 10° ziehen läfst, weil man, nach Addition des wahrscheinlichen Fehlers $\pm 0{,}00012$, für jeden Fall, z. B. für die von Muncke angewandte Reihe, Alles, was man wünscht, mit gleicher Wahrscheinlichkeit, und folglich Nichts mit Gewifsheit erhalten kann.

Die Behauptung, dafs Muncke die Methode der kleinsten Quadrate zu seinen Berechnungen nicht recht anwandte, wäre leicht dadurch zu verstärken, dafs ich die ganze Berechnung mit den von ihm gebrauchten Beobachtungen abermals vornähme; allein ich kann mir diese Mühe ersparen, da ich schon jetzt deutlich sehe, dafs sie zu keinem anwendbaren Resultat führen werde; ich bemerke nur, dafs für diesen Fall, wo die Beobachtungen No. 1 bis 7 fortgelassen sind, die Coëfficienten für a, b, c, mit Benutzung des von mir bei der Reihe No. 1 Angegebenen, folgendergestalt gefunden werden:

aus d. ersten Gleich. der Coëff. für
$$\begin{cases} a = 82004 - \Sigma(1^2, 2^2, 3^2 \ldots 7^2) = 81864 \\ b = 5772096 - \Sigma(1^3, 2^3, 3^3 \ldots 7^3) = 5771312 \\ c = 458676392 - \Sigma(1^4, 2^4, 3^4 \ldots 7^4) = 458671716 \end{cases}$$

und eben so aus den folgenden:

$$38738740776 - \Sigma(1^5, 2^5, 3^5 \ldots 7^5) = 38738711768$$

und:

$$3387826129064 - \Sigma(1^6, 2^6, 3^6 \ldots 7^5) = 3387825944244$$

so dafs die letzten Glieder in den Bedingungsgleichungen seyn müssen:

$$81864\,a + 5771312\,b + 458671716\,c + \ldots$$
$$5771312\,a + 458671716\,b + 38738711768\,c + \ldots$$
$$458671716\,a + 38738711768\,b + 3387825944244\,c + \ldots$$

Dividirt man diese, die erste mit 654,912, die zweite mit 2565,03 und die dritte mit 1299353,3, um sie wenigstens im ersten Gliede zur Gleichheit mit Muncke's Angabe zu bringen, so werden sie verwandelt in:

$$125\,a + 8812{,}35 \,.\, b + 700356{,}3 \,.\, c + \ldots$$
$$225\,a + 17881{,}74 \,.\, b + 1510264{,}2 \,.\, c + \ldots$$
$$353\,a + 29813{,}89 \,.\, b + 2607318 \,.\, c + \ldots$$

[redacted]

wogegen Muncke folgende hat:

$$125a + 1645b + 22625c + ..$$
$$225a + 5145b + 119475c + ..$$
$$353a + 12949b + 494837c + ..$$

woraus deutlich hervorgeht, dafs er seine Berechnung nach ganz anderen Grundsätzen, als denen der gröfsten Wahrscheinlichkeit angestellt hat.

Dafs sich ein constanter Fehler in die Muncke'schen Beobachtungsreihen, und wahrscheinlich in alle drei von ihnen eingeschlichen hat, scheint aus der Beschaffenheit der Unterschiede hervorzugehen, welche entstehen, wenn man von dem nach den Formeln berechneten Werth von $v-1$ die beobachteten abzieht. Diese Unterschiede findet man nämlich von 0° bis 20° und 25° ohne Ausnahme positiv, und darauf fangen sie an abwechselnd positiv und negativ zu werden. Daraus mufs man schliefsen, dafs die Zahlen für die Wärmegrade von 0° bis ungefähr 30° ein anderes System ausmachen als die zwischen 30° und 100°, und folglich, dafs ein constanter Fehler diese Vertheilung in zwei Systeme bewirkt hat, was auch sichtbar wird, wenn man die in Rede stehenden Experimentalgröfsen auf gewöhnliche Weise graphisch construirt. Die Curve erhält, die Wärmegrade als Abscissen genommen, bei 20° oder 30° eine Biegung, welche eine unterbrochene Continuität mit dem übrigen Theil der Linie andeutet.

Auch der Umstand bestärkt die Vermuthung von der Gegenwart eines constanten Fehlers, dafs alle Experimental-Gröfsen von 0° bis 15°, oder gerade in der Region, die das gesuchte Minimum enthält, in der Reihe No. 3 gröfser sind als No. 1, was wahrscheinlich nicht der Fall seyn würde, wenn die Verschiedenheiten in diesen Reihen blofs auf unvermeidlichen Beobachtungsfehlern beruhten. Und wenn späterhin ein so gleichmäfsig fortfahrendes Uebergewicht nicht vorkommt, so scheint auch diefs eine vorangegangene Systemsänderung anzudeuten.

Alles dieſs muſs bewirken, daſs das eine System nicht zur Bestimmung eines Verhältnisses in dem andern angewandt werden kann, und daſs, wenn es dennoch geschieht, das dadurch gefundene Resultat keinen Anspruch auf volle Zuverlässigkeit hat. Die Nutzanwendung von Allem diesen auf Muncke's Beobachtungen und Berechnungen ergiebt sich von selbst, und man muſs es daher als vollkommen ausgemacht ansehen, daſs seine Angabe, das Wasser habe seine gröſste Dichtigkeit bei 3°,78 C., nicht fehlerfrei seyn könne.

Wiewohl man nun die drei Beobachtungsreihen desselben in ihrer Gesammtheit nicht zur Bestimmung einer so delicaten Bestimmung, wie die in Frage stehende, benutzen kann, so wird es doch ohne Zweifel ein Gewinn für die Wissenschaft seyn, diese Reihen, stückweise oder vertheilt in zwei Abtheilungen, einer Berechnung zu unterwerfen. Jedenfalls darf ich nicht unerforscht lassen, was sich solchergestalt ergiebt.

Die Berechnung der ersten 33 Beobachtungen aus der Reihe No. 1, von $t=1$ bis $t=33$ eingeschlossen, führt zu folgenden Bedingungsgleichungen:

$$1{,}387445 = 12529\,a + 314721\,b + 8432017\,c$$
$$37{,}994271 = 314721\,a + 8432017\,b + 235306401\,c$$
$$1072{,}58927 = 8432017\,a + 235306401\,b + 6753644689\,c$$

und

$$\Sigma(v-1)^2 = 0{,}0001724769,$$

woraus man findet:

$a = -0{,}000060835$; $Log.\,a = 0{,}7841526 - 5n$;
$b = 0{,}0000081037$; $Log.\,b = 0{,}9096817 - 6$;
$c = -0{,}000000048282$; $Log.\,c = 0{,}6837852 - 8n$;

so wie:

$$\text{V)}\quad v = 1 - 0{,}000060835\,t + 0{,}0000081037\,t^2 - 0{,}000000048282\,t^3$$

und:

$S = 0{,}0000000041$; $\varepsilon''v = 0{,}00000789$; $\varepsilon''a = 0{,}00000071$;
$\varepsilon''b = 0{,}000000065$; $\varepsilon''c = 0{,}00000000144$,

wornach das das kleinste Volum des Wassers eintritt bei:

$$t = 3^{\circ},879 \pm 0^{\circ},058 \text{ C.}$$

Die ersten 18 Beobachtungen der Reihe No. 2, oder von $t=1$ bis $t=30$ inclusive, geben folgende Gleichungen:

$$0,2553477 = 3165\,a + 65025\,b + 1538937\,c$$
$$6,5135787 = 65025\,a + 1538937\,b + 39564825\,c$$
$$173,4756051 = 1538937\,a + 39564825\,b + 1067623545\,c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0000285322,$$

woraus:

$a = -0,000059269$; $Log.\ a = 0,7728287 - 5n$
$b = \ \ 0,0000076816$; $Log.\ b = 0,8854532 - 6$
$c = -0,000000037159$; $Log.\ c = 0,5700696 - 8n$

und:

VI) $v = 1 - 0,000059269\,t + 0,0000076816\,t^2 - 0,000000037159\,t^3$

und:

$S = 0,00000000659$; $\varepsilon'' v = 0,00001414$; $\zeta'' a = 0,000001714$
$\varepsilon'' b = 0,0000001956$; $\varepsilon'' c = 0,000000004938$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3^{\circ},972 \pm 0^{\circ},159.$$

Die ersten 18 Beobachtungen der Reihe No. 3, von $t = 1^{\circ}$ bis $t = 30^{\circ}$ inclusive, geben folgende Gleichungen:

$$0,2638941 = 3165\,a + 65025\,b + 1538937\,c$$
$$6,6132041 = 65025\,a + 1538937\,b + 39564825\,c$$
$$174,6943525 = 1538937\,a + 39564825\,b + 1067623545\,c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0000290176,$$

$a = -0,000047464$; $Log.\ a = 0,6763665 - 5n$
$b = \ \ 0,0000071327$; $Log.\ b = 0,8532551 - 6$
$c = -0,000000032629$; $Log.\ c = 0,5136114 - 8n$

und:

VII) $v = 1 - 0,000047464\,t + 0,0000071327\,t^2 - 0,000000032629\,t^3$

so wie:

$S=0{,}000000001249$; $\varepsilon''v=0{,}00001946$; $\varepsilon''a=0{,}000002360$

$\varepsilon''b=0{,}0000002693$; $\varepsilon''c=0{,}000000006796$,

woraus sich das kleinste Volum des Wassers ergiebt bei:

$$t=3^{\circ}{,}406\pm0^{\circ}{,}206.$$

Diese Berechnungen leiten ungezwungen zu folgenden Schlüssen:

1) Dafs die zuletzt geprüfte Reihe No. 3, welche in ihrem Resultat sehr stark von den übrigen abweicht, und welche für die gröfste Dichtigkeit einen Werth von t giebt, welcher weit aufserhalb der Wahrscheinlichkeitsgränzen bei dieser Bestimmung zu liegen scheint, gar nicht dazu gebraucht werden kann und darf, im vorliegenden Fall den Werth von t finden zu wollen.

2) Dafs die übrigen beiden Reihen, so partiell gebraucht wie es hier geschehen, vollkommen das durch meine Beobachtungen gefundene Resultat bestätigen, weil die Resultate aus allen dreien ganz innerhalb der Wahrscheinlichkeitsgränzen einer jeden liegen.

Was die Berechnung von Stampfer betrifft, so mufs bemerkt werden, dafs er sie auf eine Weise durchgeführt hat, welche keine hinreichende und zufriedenstellende Auskunft über alle zur Auflösung dieses Problems erforderlichen Umstände liefert. Er giebt zwar an, die Rechnung nach der Quadrat-Methode sey eine äufserst mühsame und wenig lohnende Arbeit, und schützt vermeintliche Gründe vor, welche von dieser Arbeit abrathen; allein dagegen mufs erinnert werden, dafs man für diesen Fall die Arbeit nicht scheuen darf, denn was dadurch gewonnen wird, wird sogleich erhellen. Ich würde die von mir unternommene Prüfung für unvollständig halten müssen, wenn ich nicht die Arbeit dieser Berechnung übernähme, und darin seine sämmtlichen Experimental-Angaben, 105 an der Zahl, zusammenfafste. Ich habe diese Arbeit vollendet, und dabei seine Ergebnisse so benutzt, dafs ich erst die Thermometer-Angaben auf Celsius'sche Grade reducirte, und dann, um die ihnen ent-

entsprechenden Wasservolume zu finden, durch den Werth des Gewichts eines Wiener Kubikzolls, bei 0° alle übrigen Werthe dividirte.

Solchergestalt habe ich folgende Tafel erhalten, worin *t* die Wärme und *v* das Wasservolum bezeichnet:

t.	*v*—1.	*t*.	*v*—1.
—0°,5	+0,0000187	7°,6	—0,0000015
0 ,	0	7 ,8	+0,0000069
+0 ,1	—0,0000110	8 ,3	0,0000410
1 ,0	0,0000608	8 ,4	0,0000415
1 ,5	0,0000723	8 ,5	0,0000465
1 ,6	0,0000795	8 ,6	0,0000595
2 ,0	0,0000875	8 ,8	0,0001500
2 ,1	0,0000975	9 ,2	0,0001050
2 ,3	0,0001008	9 ,5	0,0001225
2 ,8	0,0001093	9 ,7	0,0001582
2 ,9	0,0001083	10 ,4	0,0002120
2 ,9	0,0001115	10 ,6	0,0002320
3 ,1	0,0001068	10 ,7	0,0002432
3 ,2	0,0001098	11 ,0	0,0002677
3 ,3	0,0001138	11 ,1	0,0002910
3 ,4	0,0001160	11 ,2	0,0002840
3 ,4	0,0001165	11 ,8	0,0003467
3 ,9	0,0001133	12 ,1	0,0003925
4 ,1	0,0001138	12 ,2	0,0003965
4 ,2	0,0001193	13 ,0	0,0004937
4 ,4	0,0001088	13 ,0	0,0005132
4 ,7	0,0001093	13 ,2	0,0005339
4 ,8	0,0001055	13 ,5	0,0005750
5 ,4	0,0000970	13 ,8	0,0006217
5 ,9	0,0000830	14 ,1	0,0006462
5 ,9	0,0000790	14 ,8	0,0007475
6 ,1	0,0000762	14 ,8	0,0007505
6 ,1	0,0000715	14 ,8	0,0007575
6 ,1	0,0000805	14 ,9	0,0007767
7 ,0	0,0000301	15 ,0	0,0007812
7 ,1	0,0000388	15 ,0	0,0007867
7 ,1	0,0000298	15 ,6	0,0008807
7 ,1	0,0000315	15 ,7	0,0008815
7 ,2	0,0000193	16 ,0	0,0009450

t.	v—1.	t.	v—1.
16°,1	0,0009570	23°,0	0,0023950
16 ,8	0,0010770	23 ,8	0,0025710
17 ,1	0,0011340	24 ,6	0,0027790
17 ,1	0,0011452	25 ,1	0,0028992
17 ,4	0,0011889	25 ,4	0,0029719
17 ,7	0,0012367	26 ,6	0,0032995
17 ,9	0,0012869	26 ,8	0,0033550
17 ,9	0,0012865	28 ,3	0,0038000
18 ,2	0,0013537	28 ,9	0,0039837
18 ,3	0,0013590	29 ,8	0,0042650
18 ,8	0,0014645	29 ,9	0,0042822
19 ,0	0,0015047	30 ,8	0,0045585
20 ,3	0,0017617	32 ,1	0,0049530
21 ,3	0,0019815	32 ,3	0,0050197
21 ,7	0,0020770	32 ,7	0,0051637
21 ,7	0,0020832	33 ,3	0,0053257
21 ,8	0,0021127	36 ,1	0,0063400
22 ,2	0,0022037	37 ,5	0,0069389
22 ,5	0,0022610		

Diese Werthe, gehörig behandelt, geben folgende Gleichungen:

$$3{,}0481656 = 28499{,}78\,a + 685876\,b + 18460017\,c$$
$$85{,}2182460 = 685876\,a + 18460017\,b + 534267832\,c$$
$$2514{,}8508563 = 18460017\,a + 534267832\,b + 16249352321\,c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0{,}00039983946,$$

woraus man findet:

$a = -0{,}000058055$; $Log.\,a = 0{,}7638388 - 5n$
$b = 0{,}0000079603$; $Lag.\,b = 0{,}9009284 - 6$
$c = -0{,}000000041$; $Log.\,c = 0{,}6127922 - 8n$

oder:

$$\text{VIII)}\quad v = 1 - 0{,}000058055\,t + 0{,}0000079603\,t^2 - 0{,}000000041\,t^3$$

$S = 0{,}000000127$; $\varepsilon''v = 0{,}0000238$; $\varepsilon''a = 0{,}0000010074$
$\varepsilon''b = 0{,}00000009246$; $\varepsilon''c = 0{,}00000000197$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3^\circ{,}755 \pm 0^\circ{,}073.$$

[redacted]

Diefs Resultat kommt dem von Stampfer durch seine eigene Rechnung gefundenen sehr nahe gleich, aber es ist mit einem zurückgebliebenen wahrscheinlichen Fehler behaftet, fast doppelt so grofs wie er ihn angiebt. Auch der hier bestimmte ist durch die grofse Menge von Beobachtungen so klein geworden, dafs er seiner Experimental-Reihe eine grofse Zuverlässigkeit verleihen würde, wenn nicht andere Umstände dieselbe bedeutend verminderten. Die von Muncke gegen die Wägungs-Methode gemachte Bemerkung, dafs das Wasser nicht 6 bis 10 Secunden in Ruhe seyn könne, trifft, wiewohl sie mit Unrecht auf meine Versuche angewandt worden ist, mit mehr Grund einen Theil der Stampfer'schen Beobachtungen. Zwar hat er sie dadurch zu vermeiden gesucht, dafs er so viel wie möglich den Versuch in Luft anstellte, welche gleiche Temperatur mit dem Wasser hatte, worin der Versuch geschah; dafs diefs ihm aber nicht vollkommen glückte, beweist die Rechnung mit seinen Angaben, und er selbst bemerkt, dafs es sehr schwer sey, die Versuche über 25° R. auszudehnen (a. a. O. S. 90).

Dafs ein, wahrscheinlich aus dieser Quelle entsprungener constanter Fehler sich eingeschlichen habe, deuten hauptsächlich der Gang und das Verhältnifs der Unterschiede zwischen den durch Versuch und Rechnung bestimmten Wasservolumen an. Sie sind anfangs zwischen 0° und 6° R. grofs, vermindern sich dann bis ungefähr 17° und darauf wachsen sie bedeutend; sie sind also sichtlich veränderlich im Verhältnifs zur Schwierigkeit, die umgebende Luft und das Wasser auf gleiche Temperatur zu halten; graphisch construirt, würden sie eine Curve ausmachen. Wenn man die genannten Unterschiede $=x$ auf die einfachste Weise, also mit Vernachlässigung jener Krümmung, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, so findet man, dafs sie nach der Temperatur $=t$ Cels. gemäfs folgender Regel fortgehen:

$$x = 0{,}0000035 + 0{,}00000048t,$$

und dafs sie folglich von $t=0$, wo $x=0{,}0000035$, zunehmen bis $t=37$, wo $x=0{,}0000216$. Aber gerade diese Zunahme beweist unwiderleglich die Einwirkung eines constanten Fehlers, welcher wiederum nöthig macht, entweder, dafs von der Bestimmung der Wärme für die gröfste Dichtigkeit des Wassers wenigstens alle die bei 25° und darüber gefundenen Angaben ganz ausgeschlossen werden; oder dafs man sie mit dem Gewicht anwende, welches sie nach der Gröfse des rückständigen Fehlers besitzen.

Geschieht das erstere, so geben die 90 solchergestalt übrigbleibenden Beobachtungen Stampfer's folgendes:

$$0{,}9476145 = 14470{,}68a + 247943{,}8\,b + 4604463c$$
$$18{,}6316105 = 247943{,}8a + 4604463\,b + 90119637c$$
$$376{,}4357003 = 4604463\,a + 90119637\,b + 1831223743c$$

mit:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0{,}0000782785,$$

woraus:

$a = -0{,}00006028$; $Log.\,a = 0{,}7797991 - 5n$
$b = 0{,}0000082138$; $Log.\,b = 0{,}9145452 - 6$
$c = -0{,}000000047313$; $Log.\,c = 0{,}6749807 - 8n$

oder:

$$\text{IX)}\quad v = 1 - 0{,}00006028t + 0{,}0000082138t^2 - 0{,}000000047313t^3$$

so wie:

$S = 0{,}00000009046$; $\varepsilon''v = 0{,}00002175$; $\varepsilon''a = 0{,}000001523$
$\varepsilon''b = 0{,}000000199$; $\varepsilon''c = 0{,}00000000621$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3°{,}790 \pm 0°{,}140 \text{ C.},$$

welcher Werth nothwendig der Wahrheit näher kommen mufs als der oben angeführte.

Die Bestimmungen über die Temperatur für die gröfste Dichtigkeit des Wassers, welche nach vorstehen-

[redacted]

der Prüfung als die zuverlässigsten angesehen werden müssen, sind demnach folgende:

nach	Hällström,	$t = 4^{\circ},031 \pm 0^{\circ},135$	$\begin{cases} 4^{\circ},165 \\ 3\ ,897 \end{cases}$
-	Muncke,	$t = 3\ ,879 \pm 0\ ,058$	$\begin{cases} 3\ ,937 \\ 3\ ,821 \end{cases}$
-	Muncke,	$t = 3\ ,972 \pm 0\ ,159$	$\begin{cases} 4\ ,131 \\ 3\ ,813 \end{cases}$
-	Stampfer,	$t = 3\ ,790 \pm 0\ ,140$	$\begin{cases} 3\ ,930 \\ 3\ ,650 \end{cases}$

Diese Werthe stimmen so nahe mit einander überein, dafs sie alle innerhalb der Gränzen liegen, welche die Wahrscheinlichkeit für jeden derselben festsetzt, und sie bestätigen demnach einander vollkommen. Das arithmetische Mittel aus ihnen ist:

$$t = 3^{\circ},92;\ \text{Cels.}$$

Wenn man aber den Mittelwerth, mit Berücksichtigung des Gewichts, eines jeden sucht, so findet man:

$$t = 3^{\circ},90 \pm 0^{\circ},04;\ \text{Cels.}$$

und dieser Werth mufs für so genau gehalten werden, als er beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft möglich ist.

Vorstehende Prüfung, welche bezweckte, den wahrscheinlichsten Werth der Temperatur für die gröfste Dichtigkeit des Wassers zu bestimmen, darf auch für die Frage nicht unbenutzt gelassen werden, welches Volum das Wasser nun nach den bisher gesammelten Erfahrungen am wahrscheinlichsten bei jedem Wärmegrad besitze. Wollte man zur Beantwortung dieser Frage nun eine, den ganzen Umfang der Liquidität des Wassers umfassende Gleichung anwenden, so wäre unläugbar eine nach Muncke's Beobachtungen berechnete dazu am pafslichsten, weil sie die einzige ist, welche sich über diesen ganzen Umfang erstreckt. Da eine solche indefs doch nur empirisch ist, so scheint es, bei Berücksichtigung der

zuvor gemachten Bemerkungen, richtiger zu seyn, zu diesem Behufe zwei Formeln anzuwenden, eine für die Wärmegrade von 0° bis 30° C., und die andere für die Grade 30° bis 100° C. Und weil keine der zuvor für den ersten Fall gefundenen Gleichungen I, V, VI, IX verworfen werden darf, sie alle vielmehr eine gleiche Berücksichtigung zu verdienen scheinen, so ist es ohne Zweifel am zweckmäfsigsten, das arithmetische Mittel aus ihnen anzuwenden.

So wird dann die von $t=0°$ bis $t=30°$ geltende Gleichung folgende:

X) $v=1-0{,}000057577\,t+0{,}0000075601\,t^2$
$-0{,}000000035091\,t^3$

welche auch darin mit dem zuvor Gefundenen übereinstimmt, dafs sie die gröfste Dichtigkeit bei $t=3°{,}92$ festsetzt.

Eben so habe ich zu dem anderen Behufe, von $t=30°$ bis $t=100°$, alle drei Reihen von Muncke berechnet und gefunden:

aus der ersten

XI) $v=1-0{,}0000056195\,t+0{,}00000515927\,t^2$
$-0{,}0000000089138\,t^3$

aus der zweiten

XII) $v=1-0{,}000012174\,t+0{,}00000544666\,t^2$
$-0{,}000000011179\,t^3$

und aus der dritten

XIII) $v=1-0{,}00001046\,t+0{,}0000054039\,t^2$
$-0{,}000000011133\,t^3$

Der Mittelwerth aus diesen wird:

XIV) $v=1-0{,}0000094178\,t+0{,}00000533661\,t^2$
$-0{,}0000000104086\,t^3$

In Uebereinstimmung mit allen Erfahrungen, welche bis jetzt als die zuverlässigsten angesehen werden müssen, entsteht dann, bei Anwendung der Gleichungen X und XIV folgende

Tafel über das Volum und die Dichtigkeit des destillirten Wassers.

Cels.	Volum.	Dichtigkeit	Cels.	Volum.	Dichtigkeit
0°	1,000000	1,000000	22°	1,002022	0,997982
1	0,999950	1,000050	23	1,002251	0,997754
2	0,999915	1,000080	24	1,002491	0,997515
3	0,999894	1,000106	25	1,002741	0,997267
3 ,9	0,999882	1,000118	26	1,003001	0,997008
4	0,999888	1,000112	27	1,003271	0,996740
5	0,999897	1,000103	28	1,003549	0,996463
6	0,999919	1,000081	29	1,003837	0,996178
7	0,999956	1,000044	30	1,004216	0,995802
8	0,000006	0,999994	35	1,005761	0,994272
9	1,000069	0,999931	40	1,007496	0,992560
10	1,000145	0,999855	45	1,009134	0,990654
11	1,000235	0,999765	50	1,011570	0,988563
12	1,000338	0,999662	55	1,013894	0,986297
13	1,000453	0,999547	60	1,016398	0,983867
14	1.000581	0,999419	65	1,019078	0,981280
15	1,000720	0,999280	70	1,021920	0,978550
16	1,000872	0,999128	75	1,024921	0,975685
17	1,001035	0,998966	80	1,028072	0,972695
18	1,001210	0,998791	85	1,031364	0,969590
19	1,001397	0,998605	90	1,034791	0,966379
20	1,001594	0,998408	95	1,038346	0,963070
21	1,001802	0,998201	100	1,042016	0,959678

III. *Ueber die Elasticität der Seidenfäden; von Wilhelm Weber.*

(Aus den Götting. gelehrt. Anzeigen, 1835, St. 8.)

Eine Untersuchung über die Gröfse und Verschiedenheit der Elasticität der Seide schien schon aus dem Grunde wünschenswerth, weil seidene Fäden häufig zu Apparaten gebraucht werden, die zur Messung anderer Naturkräfte bestimmt sind. Zu vielen der feinsten elektrischen,

galvanischen und magnetischen Apparaten werden ungedrehte Seidenfäden angewendet. Der Vortheil, den die Seidenfäden bei solchen feinen Meſsapparaten vor anderen Fäden gewähren, beruht darauf, daſs sie eine sehr geringe Torsionskraft besitzen. Diese Kraft ist aber doch nicht so gering, daſs sie bei genauen Messungen auſser Acht gelassen werden dürfte; inzwischen kann sie, wie es Hr. Hofrath Gauſs bei seinen magnetischen Messungen gethan hat, durch eine passende Combination verschiedener, mit dem Meſsapparate selbst angestellter Versuche, sehr genau bestimmt werden. Da hiernach schon die Erfahrung die Unentbehrlichkeit einer genauen Bestimmung der Elasticität der Seidenfäden gezeigt hat, so ist zu erwarten, daſs eine eigends darüber angestellte Untersuchung von Interesse seyn und deren Resultate mehrfältige nützliche Anwendungen finden werden.

Ein allgemeineres Interesse gewährt aber die Untersuchung der Elasticität der Seide für die Erforschung des *Wesens der Elasticität* selbst, um derentwillen es ohnediefs nöthig ist, die Elasticität vieler, und zwar recht verschiedenartiger fester Körper zu untersuchen.

Beim ersten Anblick scheinen zwar die Metalle, in Stab- oder Draht-Form angewendet, zur Untersuchung der elastischen Kraft besonders geeignet zu seyn, weil sie diese Kraft in vorzüglich hohem Grade besitzen; bei näherer Prüfung ergiebt sich jedoch das Gegentheil. Je gröſser nämlich die elastische Kraft eines Körpers ist, desto kleiner sind die sichtbaren und meſsbaren Wirkungen, auf deren genaue Beobachtung alle Untersuchungen über die Elasticität gegründet werden müssen. Z. B. je gröſser die elastische Kraft eines Stabes ist, desto weniger wird er durch eine gegebene äuſsere Kraft zusammengedrückt oder ausgedehnt, und desto kleiner ist die Zeit, in der er unter sonst gleichen Verhältnissen eine Schwingung macht; woraus folgt, daſs, wenn die Kraft sehr groſs ist, keine genaue Messung mehr

[redacted]

möglich ist. Daher, um die Elasticität selbst kennen zu lernen, weniger elastische Körper, wie die Seide, den sehr elastischen, wie die Metalle, wirklich vorzuziehen sind. Hierzu kommt, daſs die Seidenfäden durch ihre *Länge* und *Gleichheit* für die Untersuchung noch besondere Vortheile bieten.

Weil es also ein groſses Bedürfniſs ist, daſs die elastische Kraft mehrerer verschiedenartiger fester Körper genau untersucht werde, weil ferner gerade die Seidenfäden sich durch Eigenschaften auszeichnen, die bei dieser Untersuchung von Nutzen sind, und weil endlich wegen des Gebrauchs, den man gegenwärtig von Seidenfäden bei anderen physikalischen Untersuchungen macht, die nähere Kenntniſs der Elasticität der Seide ihre unmittelbare Anwendung findet — aus allen diesen Gründen ist eine Untersuchung der Elasticität der Seide von Wichtigkeit und Nutzen.

Es lassen sich aber nicht die nämlichen Hülfsmittel, welche man sonst zur Untersuchung der Elasticität fester Körper gebraucht, bei so feinen Fäden, wie die Seidenfäden sind, anwenden. Es leuchtet z. B. von selbst ein, daſs die von Gravesande angegebenen Mittel zur Messung der Elasticität so dünner Körper, wie die Seidenfäden, nicht geeignet sind; dasselbe gilt auch von allen übrigen seitdem zu gleichen Zwecken vorgeschlagenen Mitteln. Die einzige hier zu gebrauchende Methode ist vom Hrn. Hofrath Gauſs dem Verfasser mitgetheilt worden, und besteht darin, den zu untersuchenden Faden horizontal aufzuspannen, indem sein eines Ende an ein Schraubenmikrometer, sein anderes Ende an ein, an einem langen Drahte aufgehangenes Gewicht geknüpft wird. Das Schraubenmikrometer wird darauf bald vorwärts, bald zurück bewegt, wodurch der Faden bald gespannt, bald abgespannt, und der Draht, an welchem das Gewicht hängt, bald mehr, bald weniger geneigt wird, aus welcher Neigung die Gröſse jener Spannung sich berechnen

läfst. — Es würde zu weit führen, die Vortheile, welche diese Einrichtung gewährt, hier alle nachzuweisen, die nicht allein zur Erreichung des Hauptzwecks (der Kenntnifs der elastischen Kraft), sondern auch zur Erreichung mancher nützlichen und nothwendigen Nebenzwecke dienen. Zu letzteren gehört die Bestimmung der *Haltbarkeit* und *Dehnbarkeit* des Fadens.

Auf diesem Wege hat sich ergeben, dafs die *Haltbarkeit* eines Seidenfadens so grofs ist, dafs er durch sein eigenes Gewicht erst zerrissen wird, wenn er eine Länge von 27414 Metern erhalten hat. Ferner hat sich ergeben, dafs die *Dehnbarkeit* des Fadens so grofs ist, dafs, wenn derselbe früher noch nicht ausgedehnt worden war, seine Länge, ehe er reifst, etwa um $\frac{1}{7}$ zunimmt, von welcher Verlängerung nur etwa der dritte Theil auf Rechnung der Elasticität zu setzen ist; die beiden anderen Drittel aber als eine *bleibende* Verlängerung des Fadens anzusehen sind.

Was aber den Hauptzweck betrifft, nämlich die Kenntnifs der *Elasticität* der Seide, so hat der Verfasser mit möglichster Genauigkeit den *Modulus* der Elasticität bestimmt, der sich am bequemsten durch die Länge ausdrücken läfst, die ein Faden haben mufs, der durch sein eigenes Gewicht (vorausgesetzt, dafs er haltbar genug wäre, dafs er dadurch nicht zerrissen würde) die Länge seines obersten Theiles, an dem er hängt, verdoppeln soll. Diese Länge ist zu

864400 Metern

bestimmt worden, wobei die Dichtigkeit der Seide noch zu kennen von Interesse seyn kann, die von der des Wassers wenig verschieden gefunden worden ist.

Mit dieser blofsen Bestimmung des *Elasticitäts-Modulus* hat sich aber der Verf. nicht begnügt, sondern er hat die auf dem neuen Wege gemachten Erfahrungen auch mit denjenigen *Elasticitäts-Gesetzen*, zu deren genauer Bestimmung jener Modulus dienen soll, verglichen. Und

es hat sich aus dieser Vergleichung ergeben, dafs die Elasticitäts-Gesetze in der Art ausgesprochen, wie bisher geschehen ist, mit mehreren neuen Beobachtungen in Widerspruch sind, woraus zwar nicht hervorgeht, dafs sie falsch, doch aber, dafs sie unzureichend und unvollständig sind. Sie zu ergänzen ist daher das Hauptbemühen des Verfassers geworden.

Die bekannten Elasticitäts-Gesetze beziehen sich vorzüglich auf das Verhältnifs, welches beim Gleichgewicht zwischen *Ausdehnung* und *Spannung* stattfindet, und dieses Verhältnifs wird in jenen Gesetzen bei einem und demselben Faden als immer *constant* genommen. Das Verhältnifs der Ausdehnung zur Spannung, heifst es, sey immer gleich, die Spannung sey grofs oder klein, sie dauere lange oder kurze Zeit. Diese Unabhängigkeit jenes Verhältnisses von der Gröfse der Kraft und von der Dauer ihrer Wirksamkeit bestätigt sich nun in der That *nicht*, sondern die Beobachtung zeigt offenbar, dafs nach erfolgter Anspannung (mit der zugleich die aus dem Elasticitäts-Modulus nach dem Gesetz der Proportionalität zu berechnende Ausdehnung eintrat) im Verlaufe längerer Zeit noch eine weitere Ausdehnung nachfolgte, die im Elasticitäts-Gesetze nicht bestimmt war, die als Wirkung oder Function der *Fortdauer* der Spannung zu betrachten ist, und die der Verf. mit dem Namen der *Nachwirkung* bezeichnet hat.

Diese elastische *Nachwirkung* kann leicht mit der *Dehnung* des Fadens, von der oben die Rede gewesen ist, verwechselt werden, die lange schon bekannt ist, und durch kleine bleibende Veränderungen im Aggregatzustande des festen Körpers erklärt wird. Von dieser Dehnung ist aber jene Nachwirkung ganz verschieden, und kann davon auch in den Beobachtungen leicht unterschieden werden. Es liegt nämlich in der Natur jener Dehnung, dafs sie blofs nach einer Vermehrung, nicht aber nach einer Verminderung der Spannung stattfinden

kann. Die elastische Nachwirkung dagegen tritt stets, eben sowohl nach vermehrter, als nach verminderter Spannung ein. Nach einer vermehrten Spannung besteht die Nachwirkung in einer von der Dauer der Anspannung abhängigen *Zunahme* der Länge; nach einer verminderten Spannung besteht die Nachwirkung in einer von der Dauer der Abspannung abhängigen *Abnahme* der Länge — und die Erfahrung hat gezeigt, daſs diese beiden entgegengesetzten Nachwirkungen, jene Zunahme und diese Abnahme der Länge, für gleiche Spannungsunterschiede der Gröſse nach *gleich* sind. — Ferner ist diese Nachwirkung von einer bloſsen Dehnung des Fadens auch durch Folgendes wesentlich unterschieden. Es liegt in der Natur der Dehnung, daſs sie bei Wiederholung derselben Versuche mit denselben Körpern immer kleiner und kleiner wird, während die Erfahrung zeigt, daſs die elastische Nachwirkung immer die nämliche bleibt. Auf diese letztgenannte Eigenthümlichkeit der Dehnung, daſs sie bei mehrfältiger Wiederholung derselben Versuche mit demselben Faden immer kleiner wird, und endlich ganz verschwindet, lieſs sich ein Verfahren gründen, den Einfluſs der Dehnung bei den Versuchen über die Elasticität gänzlich *auszuschlieſsen.*

Ehe nämlich der Hauptversuch gemacht wurde, wurde der dazu anzuwendende Faden besonders vorbereitet. Diese Vorbereitung des Fadens bestand darin, daſs der Faden ein Paar Stunden lang angespannt und dann wieder abgespannt wurde. Es ergab sich, daſs der Faden beträchtlich, und zwar bleibend, verlängert worden war. Diese Operation wurde darauf ein zweites und drittes Mal wiederholt . Auch das zweite Mal erhielt er eine bleibende aber kleinere Verlängerung. Nach dreimaliger Wiederholung entstand keine neue bleibende Verlängerung mehr. Indem sonach von nun an innerhalb bestimmter Gränzen der Spannung die Dehnung ausgeschlossen war, wurde nun der Hauptversuch gemacht. Der

Faden wurde 24 Stunden lang gespannt erhalten, dann schnell abgespannt, und vor und nach dieser schnellen Abspannung gemessen. Der gefundene Längenunterschied mit dem ebenfalls gemessenen Spannungsunterschiede verglichen, ergab den Elasticitäts-Modulus, oder denjenigen Theil der Verkürzung, der von der Spannungsabnahme unmittelbar abhängt, und folglich *zugleich* mit ihr eintritt. Der andere Theil der Verkürzung, der bisher der Beobachtung entgangen war, dauert darauf 24 Stunden lang merklich fort. Und wenn diese Verkürzung auch sehr langsam geschieht, so beträgt sie doch zuletzt bei Seidenfäden beinahe den dritten Theil der ersteren, darf also schon ihrer Gröſse wegen nicht unbeachtet bleiben. Uebrigens geschieht sie zwar im gröſseren Theile der Zeit sehr langsam, im Anfang aber, mit dem Mikroskop beobachtet, ist sie groſs genug, um von Minute zu Minute gemessen zu werden. — Bei der oben beschriebenen Einrichtung des Apparats ist zu bemerken interessant, daſs diese nachfolgende *Verkürzung* des Fadens, dieser Einrichtung gemäſs, sogar mit einer *Spannungszunahme* verbunden seyn muſste, und wirklich verbunden war, statt nach den bekannten Elasticitäts-Gesetzen das entgegengesetzte stattfinden mit der Verkürzung des Fadens nämlich eine ihr proportionirte *Spannungsabnahme* verbunden seyn sollte.

Diese anfangs von Minute zu Minute, nachher in längeren Zeitabschnitten gemachten Messungen der nachfolgenden Verkürzung ergeben so regelmäſsige Zahlenreihen, daſs das Gesetz der Abhängigkeit dieser Verkürzung *von der Zeit* sich daraus bestimmen läſst. Das einfachste Gesetz, das diesen Messungen Genüge leistet, hat Hr. Hofrath Gauſs dem Verfasser mitzutheilen die Güte gehabt, und die Abhandlung enthält mehrere Vergleichungen dieses Gesetzes mit der Erfahrung. Es besteht dieses Gesetz darin, daſs *der Rest der Verlängerung oder Verkürzung, der von irgend einem Augenblicke an noch*

zu erwarten ist, der bis zu diesem Augenblicke verflossenen, von einem bestimmten Momente an zu rechnennen Zeit umgekehrt proportional ist.

Zum Beleg für dieses Gesetz möge folgende Reihe von Messungen dienen, denen in der vorletzten Columne die nach der Formel

$$3900 + \frac{23,7}{7,4 + t}$$

berechneten Werthe zur Vergleichung beigefügt sind:

No.	Zeit.	Spannung.	Gemessene Länge.	Berechnete Länge.	Unterschied.
		Gramm.	Millimet.	Millimet.	
1	0',0	9,341	3921,90		
2	2,1	4,215	3902,55	3902,50	—0,05
3	3,6		3902,08	3902,15	+0,07
4	4,6		3901,84	3901,98	+0,14
5	18,5		3901,61	3901,49	—0,12
6	11,0		3901,38	3901,29	—0,09
7	12,7		3901,23	3901,18	—0,05
8	26,2		3900,99	3901,00	+0,01
9	25,7		3900,75	3900,72	—0,03
10	36,0		3900,51	3900,55	+0,04
11	68,0		3900,14	3900,31	+0,17
12	250,0		3900,14	3900,09	—0,05

Diese neue Thatsache schien dem Verfasser Aufschlufs und Licht über eine andere unerledigte Frage zu geben und dadurch selber neues Interesse zu gewinnen, nämlich über die Abnahme der Schwingungsbögen bei Körpern, die, durch ihre eigene Elasticität getrieben, schwingen, z. B. bei einem Faden, der an seinem oberen Ende befestigt, an seinem unteren Ende ein Gewicht trägt, und, um seine eigene Axe gedreht, in Schwingung geräth. Diese Abnahme der Schwingungsbögen erklärte man aus dem Widerstande der Luft. Dieser Widerstand der Luft konnte aber bis jetzt nicht genau berechnet werden, und es ist daher bis jetzt unentschieden geblie-

ben, ob dieser Grund zureiche oder nicht. Nur so viel ist gewiſs, daſs das von Newton aufgestellte Gesetz, daſs der Widerstand der Luft dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sey, nicht in Anwendung kommen könne, weil die Abnahme der Schwingungsbogen nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe erfolgt, wenn die Zeiträume nach dem Gesetze einer arithmetrischen Reihe wachsen, welches eine Kraft voraussetzt, die der Geschwindigkeit selbst proportional ist. Es muſs daher der Widerstand der Luft einer neuen und genauen Untersuchung unterworfen werden, zugleich muſs aber geprüft werden, ob nicht jene Annahme der Schwingungsbögen zum Theil aus einer ganz anderen Quelle, als dem Widerstande der Luft herrühre. Diese letztere Prüfung hat der Verfasser vorgenommen, und glaubt *erstens* durch seine Versuche beweisen zu können, daſs die Ursache der Abnahme der Schwingungsbögen nicht bloſs in der Luft, überhaupt nicht bloſs *auſser* dem schwingenden Körper gelegen sey, sondern zum Theil *in der Natur* des schwingenden Körpers selbst schon begründet sey, und daher zum Theil auch stattfinden würde, wenn der Körper im leeren Raume von seiner Elasticität getrieben schwänge, wo die umgebenden Körper gar keinen Einfluſs auf ihn ausüben könnten. *Sodann* glaubt der Verfasser darthun zu können, daſs dieser innere, in der Natur des schwingenden Körpers selbst liegende Grund seiner Schwingungsabnahme in seiner Eigenthümlichkeit, nach erfolgter An- oder Abspannung eine von der Dauer dieser An- oder Abspannung abhängige Ausdehnung oder Zusammenziehung zu erleiden, enthalten sey.

Schon bei akustischen Versuchen ist die Aufmerksamkeit des Verfassers darauf gerichtet gewesen, daſs manche Körper sehr gut, andere sehr schlecht tönen, ungeachtet man keinen Grund von diesem Unterschiede anzugeben wuſste. Z. B. vergleicht man einen Holzstab, Glasstab und Eisenstab von ganz gleicher Form, so fin-

det man, dafs der Holzstab angeschlagen sehr schwer, kaum hörbar, nur im Momente, wo er angeschlagen wird, tönt. Der Glasstab tönt dagegen am vollsten und längsten. Der Eisenstab tönt viel besser als der Holzstab, aber nicht so lange und so schön wie der Glasstab. Was ist die Ursache davon? Gewöhnlich beachtet man blofs die Form und Elasticität der tönenden Körper; diese sind aber in allen diesen dreien nahe gleich. Höchstens beachtet man noch die Dichtigkeit, weil auf die Bewegungen des dichteren die umgebende Luft geringeren Einflufs hat. Der Glasstab aber, welcher am besten tönt, hat die mittlere Dichtigkeit. Es mufs also noch etwas *in der Natur* der Körper liegen, wovon ihre Tonfähigkeit abhängt. Alle spröden Körper scheinen, wenn sie nicht brüchig sind, zu akustischen Zwecken sich besser zu eignen als die nicht spröden; die Metalllegirungen besser als die einfachen Metalle; der glasharte Stahl besser als das ausgeglühte Eisen; die geschmeidigen animalischen und vegetabilischen Stoffe am schlechtesten. Diese animalischen und vegetabilischen Stoffe sind es nun aber, welche jener elastischen Nachwirkung, welche am Seidenfaden gemessen worden ist, am meisten unterworfen sind. — Zugleich bemerkt man an allen diesen Körpern, dafs sie nicht lange fortschwingen, d. i. dafs die Schwingungsbögen sehr schnell abnehmen. Es scheint daher ganz naturgemäfs zu seyn, die schnelle Abnahme der Schwingungsbögen als Ursache der Schallunfähigkeit, die elastische Nachwirkung aber als Ursache jener schnellen Abnahme der Schwingungsbögen anzusehen. Bestätigt sich dieser Grund der Schallunfähigkeit, so läfst sich darauf eine neue Classification der tonfähigen Körper gründen, welche für die Anwendung gewifs eben so wichtig, als die nach der Form und Elasticität aufgestellte Classification, seyn wird.

Wie kann nun aber die elastische Nachwirkung jene Schwingungsabnahme bewirken? Zu diesem Zwecke vergleicht

[redacted]

gleicht der Verfasser den Augenblick der Schwingung, wo die gröfste Ausdehnung oder Beugung oder Drehung stattfindet, mit dem Augenblicke bei seinen Versuchen, wo die gröfste Anspannung erfolgt war. Folgte nun darauf bei diesen Versuchen eine Verlängerung ohne Anspannung des Fadens, so wird hier umgekehrt eine Abspannung ohne Verkürzung des Fadens die Folge seyn, was so viel ist, als wenn der Schwingungsmittelpunkt der gröfsten Elongationsweite genähert worden wäre. — Eben so vergleicht er den Augenblick, wo der schwingende Körper zur Lage des Gleichgewichts (zum Schwingungsmittelpunkt) zurückgekehrt ist, mit dem Augenblick bei jenen Versuchen, wo der Faden am meisten abgespannt war. Folgte dann bei jenen Versuchen eine Verkürzung ohne Abspannung des Fadens, so wird hier umgekehrt eine Anspannung ohne Verlängerung die Folge seyn, was so viel ist, als wenn der Schwingungsmittelpunkt nochmals nach derselben Seite verrückt worden wäre. — Hieraus ergiebt sich, dafs der Schwingungsmittelpunkt bei jeder Hinschwingung etwas rückwärts, bei jeder Rückschwingung etwas vorwärts verlegt wird, woraus nothwendig eine Abnahme des Schwingungsbogens, bei jeder Schwingung nahe um das Doppelte jener Verschiebung, bewirkt wird.

IV. *Ueber die Dampfbildung; von F. Rudberg.*

Erster Abschnitt. Ueber die Temperatur des aus siedenden Salzlösungen gebildeten Dampfs.

Wie bekannt hat man allgemein angenommen, dafs der aus einer siedenden Salzlösung sich entwickelnde Wasserdampf genau dieselbe Temperatur habe wie die oberste Schicht dieser Lösung, und dafs also der Dampf

in diesem Falle nur eine dem Druck der Atmosphäre gleichkommende Elasticität besitze, mithin eine geringere, als er sonst im Maximo der Dichtigkeit bei einer weit über 100° erhöhten Temperatur haben würde. Es scheint auch ganz natürlich zu seyn, daſs jede aufsteigende Dampfblase sogleich die Temperatur der sie auf allen Seiten umgebenden Flüssigkeit annehme, und sich dabei so weit ausdehne, daſs ihre Elasticität dem Druck der Atmosphäre gleich werde. Auch steht dieſs in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem Vorgang, welcher bei der Dampfbildung aus Salzlösungen in niederer Temperatur mittelst Abdampfung stattfindet, da bei einerlei Temperatur der Dampf von einer Salzlösung immer weniger elastisch ist als der von reinem Wasser.

Alle Physiker scheinen in Bezug auf die Temperatur des Dampfs der oben angeführten Meinung zu seyn. So z. B., um nur einige anzuführen, sagt Biot in seinem *Traité de Physiq. Math. et expérim. T. I p.* 285: »*Toutes les dissolutions salines bouillent à des températures plus élevées que l'eau pure, aussi, à température égale, la force élastique de leurs vapeurs est-elle moindre que celle de l'eau.*« Gay-Lussac äuſsert in seinen *Leçons de Physique, T. I p.* 416: »*En général une vapeur se dégageant d'un liquide quelconque pur ou impur, aura toujours la température de la dernière couche de liquide, qu'elle traverse. Telle est l'expression simple du phénomène,*« und in den *Annal. de chimie et de physique, T. XLIX p.* 394: »*La température de la vapeur émergente, ou ce qui revient au même, de la dernière couche liquide est donc exactement celle d'ebullition sous une pression atmosphérique donnée.*« Pouillet in seinen *Elemens de phys. experiment.* 2me *Edit. T. I p.* 360 bemerkt: »*Ainsi, dans la dissolution de sel ordinaire, par exemple, la vapeur qui se forme pendant l'ebullition est à la temperature de* 109° *est sous la pression de* 0m,76; *c'est-à-dire que sa tension n'est pas*

[redacted]

au Maximum, ou plutôt sa tension est un maximum dépendant de son contact avec la dissolution et moindre que le maximum absolu.«

Allein, aller dieser Autoritäten ungeachtet, ist *diese Ansicht durchaus unrichtig*, vielmehr ist *die Temperatur des aus einer siedenden Salzlösung aufsteigenden Dampfs*, wie das weiterhin Angeführte zeigen wird, *unabhängig von der Natur und der Menge des Salzes; sie ist bei gleichem Barometerstande absolut dieselbe wie die des Dampfs aus reinem Wasser.*

Zur genaueren Untersuchung dieses Gegenstandes bin ich veranlafst worden, nachdem ich gefunden, dafs reines Wasser beim Sieden, diefs mag in gläsernen oder metallenen Gefäfsen geschehen, unter gleichem Luftdruck immer einen Dampf von genau derselben Temperatur liefert [1]), wiewohl das Wasser selbst, wie schon Gay-Lussac beobachtet hat, wirklich in den ersteren Gefäfsen um etwa 1°,3 C. heifser wird, als in den letzteren. Da in diesem Falle die Temperaturunterschiede des siedenden Wassers durch eine ungleich starke Anziehungskraft der verschiedenartigen Gefäfse hervorgebracht werden, so schien es mir mehr als wahrscheinlich, dafs auf eine ganz ähnliche Weise die Anziehung des Salzes nur die Lösung selbst in ihrer Temperatur über 100° erhöhe, ohne dabei einen Einflufs auf die Temperatur des Dampfs zu äufsern; und diese Vermuthung hat sich vollkommen bestätigt.

Ehe ich die Resultate der mit verschiedenen Salzlösungen gemachten Versuche mittheile, will ich beschreiben, wie ich diese Versuche angestellt habe, um den Einflufs aller äufseren störenden Umstände zu entfernen.

Der zur Untersuchung angewandte Apparat ist auf Taf. III in Fig. 1 abgebildet. Er besteht aus einem Glas-

1) Diese Versuche sind enthalten in einer i. J. 1834 der K. Academie der Wissenschaften zu Stockholm vorgelegten Abhandlung, betitelt: Ueber die genauere Construction des Thermometers.

kolben *AB* mit einem langen cylindrischen Halse von etwa anderthalb Zoll im Durchmesser. An dem oberen Ende ist ein messingener Beschlag *mn* fest aufgekittet, auf den der Deckel *op* von Messing aufgeschraubt wird. Die zwei in diesen Deckel eingesetzten Röhren *ss* dienen zum Entweichen des Dampfs. Da die äufseren Wände des Kolbens durch die Berührung mit der äufseren Luft fortwährend abgekühlt werden, also eine Verdichtung des Dampfs an der Innenwand entsteht, so ist an der Unterseite des Deckels um das Loch eine messingene Röhre angelöthet, und hierin ein Glascylinder festgeschraubt und eingekittet, so dafs, wenn der Deckel aufgesetzt ist, dieser Cylinder mitten in dem Halse des Kolbens hängt, seine Aufsenwand also während des Siedens der Flüssigkeit nicht mit der kalten Luft in Berührung kommt, sondern überall von dem heifsen Dampfe umgeben ist. Dieser Cylinder ist von gleicher Länge mit dem Kolbenhalse und oben mit einem Korke verschlossen, durch welchen das Thermometerrohr geht. Die Kugel des Thermometers befindet sich in dem Cylinder, etwa einen Zoll von dessen unterem Ende abstehend, also in einem Raume, welcher nicht nur selbst mit Dampf erfüllt ist, sondern dessen Wandung auch von demselben Dampfe umgeben wird. In dem eben erwähnten Korke ist neben der Thermometerröhre noch zum Entweichen der in den Cylinder eingeschlossenen Luft ein Loch angebracht, welches entweder, nachdem der Dampf einige Zeit frei durch dasselbe ausgeströmt war, verschlossen wurde, oder auch während der Beobachtung offen blieb, weil ich mich überzeugt hatte, dafs das Resultat in beiden Fällen gleich ausfiel. Um endlich zu verhüten, dafs nicht durch den aufsteigenden Dampf einige Tropfen von der Salzlösung mechanisch mit in die Höhe gerissen und auf die Thermometerkugel geschleudert würden, ist ein ausgeschnittenes Stück Messinggewebe oder eine nach unten concave Messingplatte *ab*, im Durchmesser etwas gröfser als

als der Cylinder, am unteren Ende desselben, in einem Abstand von etwa einem Zoll, befestigt. Die durch diese Vorrichtung erlangte Abhaltung von etwa zufällig in den Cylinder spritzenden Tropfen ist in hohem Grade wesentlich; ohne sie werden die Resultate leicht ganz zerstört.

Für die feinere Temperaturbestimmung befindet sich neben der Thermometerröhre eine messingene Scheibe mit einer eingelegten fein getheilten Silberlamelle und einem daran angeschraubten Mikroskope von dreimaliger Vergröfserungskraft. Mit diesem konnte man zugleich die Skale und das Ende der Quecksilbersäule beobachten. Das Thermometer ist eins von meinen Normalthermometern, die ich mit gröfster Sorgfalt kalibrirt [1]), und auch, was ihre Normalpunkte betrifft, mit aller Genauigkeit selbst verfertigt habe. Jeder Grad in der Nähe des Siedpunkts beträgt 15,07 Skalentheile, und von diesen lassen sich mit voller Sicherheit die Fünftel und mit ziemlicher die Zehntel schätzen. Auf der Röhre ist nahe beim Siedpunkte ein äufserst feiner Strich mit einem Diamant gemacht, und dessen wahre Lage bestimmt. Bei der Beobachtung wurde die Anzahl der Skalentheile zwischen diesem Strich und dem Ende der Quecksilbersäule gemessen, aufgezeichnet und in Theilen eines Grades berechnet.

Mit dem so eingerichteten Apparat ist die Mehrzahl der folgenden Beobachtungen angestellt, und das vorhin angeführte einfache Resultat erhalten worden. Da dieses Resultat indefs für die ganze Theorie der Dampfbildung von grofser Wichtigkeit ist, so habe ich noch, um die abkühlende Wirkung der äufseren Luft vollkommen von dem Kolben zu entfernen, nicht nur den Hals dieses Kolbens, sondern auch den nicht mit der Flüssigkeit gefüllten Theil seines Bauchs, mit einer doppelten Hülle von dünnem Kupferblech umgeben. Die Fig. 2

1) Hiebei habe ich eine eigene Kalibrirungsmethode gebraucht, die in der so eben citirten Abhandlung vollständig beschrieben ist.

Taf. III ist eine Abbildung desselben. *MN* ist ein doppelter Cylinder von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll innerem Durchmesser, der sich unten bei *NQPO* trichterförmig erweitert, so dafs er den Hals und den oberen convexen Theil des Kolbens so ziemlich umschliefst. Der innere Abstand zwischen den Wänden dieser Hülle beträgt überall etwa einen Viertelzoll. Diese Hülle steht mittelst der Röhre *PT* in Verbindung mit einem kleinen kupfernen Kessel worin Wasserdampf erzeugt wird, der dann den ganzen inwendigen Raum *PONQMS* durchströmt und bei *V* heraustritt.

Denkt man sich nun diese Hülle um den Kolben gestellt und den Zwischenraum zwischen dem Rand *MS* der ersteren und dem messingenen Beschlag *mn* (Fig. 1) mit einem Kork luftdicht verschlossen, damit die erhitzte Luft nicht entweichen könne, so wird es klar seyn, dafs die äufseren Wände mittelst des durch die Hülle strömenden Wasserdampfs auf die Temperatur dieses Dampfs gehalten werden müssen und keine Erkältung durch die atmosphärische Luft erfahren können. Ich hatte geglaubt, dafs der zuvor beschriebene Glascylinder zur Abhaltung des Einflusses der Luft hinreichend seyn werde, und wirklich haben auch alle Versuche mit der Hülle mich von der Richtigkeit dieser Vermuthung überzeugt. Das Resultat fiel ganz gleich aus, ich mochte die Temperatur des Dampfs beobachten, ehe Dampf aus dem Kessel *R* in die Hülle geleitet wurde, oder nachher, als Dampf die Hülle durchströmte. Aus diesem Grunde habe ich bei den meisten der späterhin angestellten Beobachtungen die Hülle, ihrer Umständlichkeit wegen, fortgelassen.

Die Versuche sind an verschiedenen Tagen, und wie aus der folgenden Tafel hervorgeht, bei sehr verschiedenen Barometerständen angestellt. Die Absicht hiebei war, nicht nur das Resultat durch eine oftmalige Wiederholung der Versuche sicherer zu machen, sondern auch zugleich zu sehen, ob die Temperatur genau dem

Gang des Barometers folgen würde, weil, wenn diefs der Fall, der stärkste Beweis gewonnen wäre, die Ursache der Erscheinung, dafs der Dampf eine weit niedrigere Temperatur als die Salzlösung, und genau die unter gleichem Luftdruck beim Dampf des destillirten Wassers anzutreffende besitzt, nicht der abkühlenden Wirkung der Luft zuzuschreiben, sondern in dem Procefs der Dampfbildung selbst zu suchen sey. Eine andere wichtige Folgerung, zu welcher die Wiederholung dieser Versuche unter ungleichem Luftdruck leitet, werde ich weiterhin entwickeln. Während der Anstellung dieser Versuchsreihe habe ich mehrmals die Temperatur des Dampfs vom destillirten Wasser geprüft, hauptsächlich in der Absicht, um zu erfahren, ob in Folge der fortwährenden Erhitzungen der Siedpunkt des Thermometers eine kleine Veränderung seiner Lage erlitten habe. Wirklich erhöhte sich auch anfangs der Siedpunkt um etwa drei Hundertel eines Grades; allein hernach blieb er auf diesem Punkte stehen.

Die von mir angewandten Flüssigkeiten sind Lösungen von salzsaurem Kalk, neutralem kohlensauren Kali, Salpeter, Kochsalz und schwefelsaurem Zinkoxyde. Detaillirte Beobachtungen habe ich blofs mit den drei ersten Lösungen angestellt, weil die beiden letzten nicht nur das mit den ersteren erhaltene Resultat bestätigten, sondern auch im concentrirten Zustand eine niedrigere Temperatur beim Sieden zeigten. In der Lösung des salzsauren Kalks stieg ein Mal die Temperatur bis auf 150° C., in der Salpeterlösung war sie etwa 116°. Anfangs hatte ich neben dem inneren Cylinder ein bis 360° C. graduirtes Thermometer in die Flüssigkeit gesetzt; da aber bei der fortwährenden Concentration die Temperatur immer fort stieg, und ich die zugehörigen specifischen Gewichte der Lösung nicht ohne viele Umstände bestimmen konnte, so habe ich späterhin das Beobachten der Temperatur der Lösungen unterlassen. Hiebei mufs ich

jedoch bemerken, daſs zu Anfang jeder Reihe von Versuchen die Lösungen immer so concentrirt waren, daſs bei der Temperatur des Zimmers noch Salz in Menge unaufgelöst blieb. Durch von Zeit zu Zeit wiederholtes Sieden wurden sie allmälig immer mehr und mehr concentrirt.

Was das Barometer betrifft, so habe ich ein von Bunsen in Paris verfertigtes Reisebarometer gebraucht. Da sich zwischen diesem und einem, Hrn. Prof. Mosander zugehöriges, von Pistor und Schieck, ein Unterschied zeigte, letzteres nämlich ein wenig höher stand, so habe ich diesen Unterschied immer berichtigt. Uebrigens ist klar, daſs es bei den vorliegenden Untersuchungen nicht sehr auf die absolute Richtigkeit der Angaben des Barometers ankommt, einerseits, weil ich immer die Temperatur des Dampfs aus den Salzlösungen mit der Temperatur des Dampfs von reinem Wasser verglichen habe, und andererseits, weil die Barometerveränderung für einen Grad unter und einen Grad über 100° C., nach Biot's Tafel der Elasticität des Dampfs, deren ich mich zu den Reductionen bedient habe, nur $0^{m},0073$ beträgt, was nicht vollen $0°,003$ entspricht. Die Unrichtigkeit des Barometers afficirt freilich das Thermometer, da aber der hieraus entspringende kleine Fehler schon auf das von mir gebrauchte Thermometer bei der Festsetzung seines Siedpunkts übergegangen ist, so wird sie im gegenwärtigen Fall von keinem Einfluſs seyn.

Nachstehende Tafel enthält die Beobachtungen. Die Reduction des Barometers auf 0° ist, gemäſs den Versuchen von Dulong und Petit über die Ausdehnung des Quecksilbers, nach der Formel $\frac{h}{1+0,00018018 . t}$ berechnet.

Natur der Flüssigkeit.	Beobachteter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Entsprechende Temperatur.	Beobachtete Temperatur.	Unterschied.
Destillirtes Wasser	76,620	+18°,4	76,367	100°,13	100°,14	+0°,01
Concentrirte Lösung von salpeters. Kalk	76,625	21 ,0	76,337	100 ,12	100 ,13	+0 ,01
Weiter concentrirt	77,032	16 ,0	76,811	100 ,30	100 ,28	—0 ,02
- -	77,195	16 ,67	76,964	100 ,35	100 ,34	—0 ,01
- -	77,170	18 ,60	76,912	100 ,33	100 ,32	—0 ,01
- -	77,093	14 ,75	76,889	100 ,32	100 ,29	—0 ,03
- -	76,770	16 ,00	76,550	100 ,20	100 ,18	—0 ,02
- -	76,385	16 ,80	76,154	100 ,06	100 ,07	+0 ,01
Concentrirte Lösung von Salpeter	77,125	15 ,00	76,917	100 ,33	100 ,36	+0 ,03
Weiter concentrirt	76,000	15 ,75	75,785	99 ,92	99 ,95	+0 ,03
- -	75,980	16 ,50	75,755	99 ,91	99 ,93	+0 ,02
- -	76,420	16 ,40	76,195	100 ,07	100 ,08	+0 ,01
Destillirtes Wasser	77,570	18 ,00	77,320	100 ,49	100 ,50	+0 ,01
- -	77,480	18 ,00	77,230	100 ,45	100 ,48	+0 ,03

Natur der Flüssigkeit.	Beobachteter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Entsprechende Temperatur.	Beobachtete Temperatur.	Unterschied.
Concentr. Lösung v. neutr. kohlens. Kali	77,245	20°,00	76,968	100°,35	100°,37	+0°,02
Weiter concentrirt	76,590	18 ,75	76,332	100 ,12	100 ,15	+0 ,03
- -	76,225	20 ,00	75,952	99 ,98	100 ,02	+0 ,04
- -	76,150	19 ,4	75,884	99 ,96	99 ,98	+0 ,02
- -	75,945	19 ,4	75,679	99 ,88	99 ,92	+0 ,04
- -	75,870	19 ,4	75,604	99 ,85	99 ,88	+0 ,03
- -	75,720	18 ,00	75,476	99 ,80	99 ,85	+0 ,05
Destillirtes Wasser	75,400	19 ,6	75,135	99 ,67	99 ,72	+0 ,05
Concentrirte Lösung von salzsaur. Kalk	76,335	18 ,6	76,080	100 ,03	100 ,08	+0 ,05 *
Weiter concentrirt	76,905	21 ,00	76,615	100 ,23	100 ,27	+0 ,04 *
- -	75,825	18 ,5	75,573	99 ,84	99 ,89	+0 ,05 *
dito äuſserst concentrirt	75,670	17 ,6	75,431	99 ,79	99 ,84	+0 ,05 *
Destillirtes Wasser	75,670	20 ,0	75,399	99 ,78	99 ,83	+0 ,05
- -	74,435	20 ,0	74,168	99 ,31	99 ,33	+0 ,02
Concentrirte Lösung von salzsaur. Kalk	74,245	20 ,0	73,979	99 ,24	99 ,28	+0 ,04
Weiter concentrirt	74,045	20 ,0	73,779	99 ,16	99 ,17	+0 ,01
- -	73,730	19 ,25	73,475	99 ,05	99 ,08	+0 ,03
- -	73,610	19 ,00	73,359	99 ,00	99 ,03	+0 ,03

Bei den mit * bezeichneten Beobachtungen war die Kupferhülle gebraucht.

[redacted]

Die in der letzten Kolumne enthaltenen Unterschiede zwischen der beobachteten und der aus dem Barometerstand berechneten Temperatur sind freilich ungleicher unter einander, als sie es nach der möglichen Gröfse eines einzelnen Beobachtungsfehlers bei der Anstellung meiner Versuche seyn könnten; allein augenscheinlich rührt ein grofser Theil dieser Ungleichheiten von einer kleinen Volumsveränderung der Thermometerkugel her, da diese Schwankungen bei den Versuchen mit destillirtem Wasser eben so grofs ausfallen. Diese Volumsänderungen der Thermometerkugel müssen deren successiven Erhitzungen und Abkühlungen zugeschrieben werden. Berücksichtigt man diefs, so wird der übrige Theil der Unterschiede so klein, dafs man ihn mit vollkommenem Recht als Beobachtungsfehler ansehen mufs. Dieser Schlufs wird noch einleuchtender, wenn man einerseits aus allen Unterschieden für das Wasser und andererseits aus allen Unterschieden für die Salzlösungen das Mittel nimmt. Jenes wird $=+0°,028$ und dieses $=+0°,021$. Da diese beiden Mittelwerthe der Unterschiede fast identisch sind, so folgt also:

Dafs der Dampf, welcher aus einer siedenden Salzlösung aufsteigt, durchaus dieselbe Temperatur hat als der unter gleichem Luftdruck aus destillirtem Wasser entwickelte Dampf, um wie viele Grade die Temperatur der Lösung selbst vermöge der Menge und Natur des Salzes hiebei auch höher seyn möge.

Diefs ist das Erste, was die bis jetzt angeführten Resultate meiner Versuche auf das Bestimmteste darlegen. Allein sie scheinen auch noch zu dem Schlusse zu führen, dafs dieser Satz allgemein gültig sey, ganz unabhängig von der Gröfse des Luftdrucks. Nach der vorhergehenden Tafel schwankte bei den Versuchen mit Salzlösungen der Barometerstand von 76,968 bis 73,359 Centim. also um 3,609 Centim., welche 1°,35 C. entsprechen. Obgleich diese Schwankung nur $\frac{1}{21}$ des vollen Barometer-

standes beträgt, so ist für ihren Umfang die Uebereinstimmung mit dem Verhalten beim destillirten Wasser so genau, dafs man wohl berechtigt scheint, wenigstens mit der gröfsten Wahrscheinlichkeit zu schliefsen:

Die Temperatur des aus einer siedenden Salzlösung aufsteigenden Dampfs sey, unter welchem Luftdruck das Sieden auch geschehe, immer dieselbe wie unter gleichen Umständen die des Dampfs von siedendem Wasser;

oder mit anderen Worten:

Dasselbe Verhältnifs, welches beim destillirten Wasser zwischen der Elasticität im Maximo der Dichtigkeit des Dampfs und der Temperatur desselben stattfindet, gilt auch für Salzlösungen, sobald der Dampf aus diesen durch Sieden gebildet wird; der Luftdruck, unter welchem das Sieden geschieht, mag so gering, und, in Folge hievon, die constante Temperatur, bei welcher das Sieden fortdauert, so niedrig seyn, wie man will.

Dieser wichtige Satz ist zwar, was seine allgemeine Gültigkeit betrifft, bis jetzt noch nicht vollständig von mir erwiesen; allein weit sonderbarer, als der von mir aufgestellte Satz selbst, wäre es, wenn seine Gültigkeit nur auf den mittleren Barometerstand und dessen Schwankungen an der Erdoberfläche eingeschränkt seyn würde. Bereits habe ich mir einen Apparat verfertigen lassen, worin eine Salzlösung unter beliebigem Luftdruck und eine beliebige Zeit hindurch mittelst einer Weingeistlampe im Sieden erhalten werden kann, dadurch, dafs die Wasserdämpfe aus dem Kolben in einen grofsen, mit der Luftpumpe in Verbindung stehenden Glaskolben geleitet werden, worin, wie in dem Kolben, die Luft verdünnt worden ist, und worin die Dämpfe durch herumgelegtes Eis in dem Maafse, als sie sich bilden, augenblicklich condensirt werden. Diesen Apparat habe ich so weit geprüft, dafs ich überzeugt bin, mit ihm meinen Zweck

[redacted]

zu erreichen; allein Mangel an Eis während dieser Jahreszeit (Sommer 1834) hat bis jetzt den Anfang der Versuche noch aufgeschoben; sie sollen indefs, sobald die Umstände es gestatten, vorgenommen, und ihre Resultate baldigst mitgetheilt werden.

Betrachten wir nun andererseits die Dampfbildung aus Salzlösungen durch Abdampfung, so ist es, nach den Versuchen von Dalton, Gay-Lussac, Prinsep etc., als entschieden anzusehen, dafs der Dampf von einer Salzlösung eine weit geringere Elasticität hat, als der von reinem Wasser, wenn beide Flüssigkeiten dieselbe Temperatur besitzen. Umgekehrt folgt also, dafs bei derselben Elasticität der Dampf von einer Salzlösung heifser sey, als der von reinem Wasser. Aus obigen Versuchen geht gleichfalls hervor, dafs dieser Temperaturunterschied mit der Menge des Salzes wachse, und dafs er übrigens nach der Natur des Salzes sehr verschieden sey. Da diefs eben so wenig bestritten werden kann, als das zuvor angeführte Resultat, so folgt deutlich:

Dafs zwischen der Temperatur des Dampfs und seiner Elasticität ein ganz anderes Verhältnifs besteht, wenn dieser Dampf durch's Sieden einer Salzlösung, als wenn er durch's Abdampfen von der Oberfläche derselben erzeugt wird.

Was die Ursache dieser Verschiedenheit sey, so wie die Einerleiheit der Temperatur des unter gleichem Luftdruck aus Wasser und aus einer Salzlösung gebildeten Dampfs, — das kann erst nach einer genaueren Untersuchung über die Dampfbildung aus Salzlösungen durch Abdampfung vollständig entschieden werden. Diese Untersuchung wird den Inhalt der zweiten Abtheilung dieses Aufsatzes ausmachen, welche ich, sobald als alle dahin gehörigen Versuche beendet sind, bekannt zu machen gedenke; bis dahin werde ich die Erklärung, so wie sie aus der Gesammtheit der Erfahrungen hervorzugehen scheint, verschieben. Was ich bis jetzt anführen

könnte, würde in vieler Hinsicht mehr den Charakter einer Hypothese, als den einer Erklärung an sich tragen, da noch einige Punkte ununtersucht geblieben sind. Bemerken muſs ich jedoch im Vorbeigehen, daſs eine bedeutende Verschiedenheit des Verhaltens beim Sieden und beim Abdampfen nicht so sonderbar ist, als es auf dem ersten Blick erscheinen könnte, weil ein bedeutender Unterschied zwischen diesen beiden Processen der Dampfbildung schon darin besteht, daſs die zur Verwandlung des Wassers in Dampf erforderliche beträchtliche latente Wärme oder die Gasificationswärme beim Abdampfen in jeden Augenblick von Auſsen in zureichender Menge herbeikommt, beim Sieden dagegen von der Flüssigkeit selbst entnommen werden muſs, und weil wir überdieſs wohl die Erscheinung des Siedens so gut wie vollkommen einzusehen vermögen, nicht aber so die der Abdampfung, welche vielmehr eine Erscheinung ist, deren Entstehungsart und Entwicklung uns noch gröſstentheils, wenn nicht ganz und gar, unbekannt sind.

V. *Wirksamkeit hohler Magnetstäbe.*

Hr. Nobili lieſs aus gleichem Stahl zwei Cylinder verfertigen, beide von gleicher Länge und gleichem Durchmesser, den einen aber massiv und den andern seiner Axe nach durchbohrt. Der erste wog 28,5, der zweite 16 Grm. Sie wurden auf gleiche Weise bis zur Sättigung magnetisirt und nun successiv in gleichem Abstand von der Nadel einer Bussole gebracht. Der massive Cylinder gab nur 9°,5, der hohle dagegen 19° Ablenkung. Nach Hrn. N. rührt dieſs daher, daſs bei einem massiven Stahlcylinder nur die äuſseren Schichten vollkommen gehärtet und eines permanenten Magnetismus fähig sind. (*Ant. di Firenze.* — Vergl. Annal. Bd. XVII S. 412.)

VI. *Ueber den Magnetismus der Erde; vom Professor Ludwig Moser zu Königsberg.*

(Schlufs von S. 84 des vorigen Hefts.)

Um die mittlere Wärme unserer Halbkugel auf eine andere Weise mit den Beobachtungen zu vergleichen, wähle ich die Temperatur des Bodens im Meridian der Westküste Europa's, nämlich:

Ort.	Breite.	Temperat. beob.	Berechnet.	Differenz.
St. Jago	15° 0'	19°,55 R.	20°,34	+0,79
Teneriffa	28 30	14 ,4	15 ,01	+0,61
Madeira	32 38	14 ,98	13 ,58	—1,40
Carmeaux	43 0	11 ,2	10 ,35	—0,85
Paris	48 50	9 ,51	8 ,48	—1,03
Gosport	50 48	9 ,11	8 ,34	—0,77
London	51 31	8 ,32	8 ,17	—0,15
Cork	51 54	8 ,54	8 ,08	—0,46
Dublin	53 21	7 ,74	7 ,75	+0,01
Kendal	54 17	6 ,76	7 ,55	+0,79
Armagh	54 20	6 ,89	7 ,54	+0,65
Keswick	54 33	7 ,38	7 ,49	+0,11
Ernisco	54 48	7 ,38	7 ,44	+0,06
Londonder.	55 0	6 ,62	7 ,40	+0,78
Bellycastle	55 12	7 ,11	7 ,35	+0,25

Nach der Methode der kleinsten Quadrate findet sich hieraus:

$$t.R = 27,11(1 - \sin\varphi) + 3,72 \sin^2\varphi$$

oder:

$$t.R = 27,11(1 - \sin\varphi + 0,137 \sin^2\varphi).$$

Die Resultate dieser Formel sind in der obigen Tabelle mit ihren Differenzen von den Beobachtungen bereits enthalten. Es ist klar, dafs sie die Temperatur der tropischen Gegenden zu hoch anschlägt, die der mittleren Breiten zu niedrig, und über den 50sten Grad der Breite hinaus wiederum zu hoch. Bestimmt man jedoch nach

ihr die *mittlere* Wärme dieses Meridians, so erhält man dasselbe Resultat, als nach den gewöhnlichen Interpolationsformeln, die, wenn man dieselben auf die obigen Beobachtungen anwendet, viel besser aufschliefsende Werthe geben. Wenn es darauf ankommt, die Beobachtungen *darzustellen*, so würde das die obige Formel ebenfalls leisten, sobald zu ihr noch Glieder, wie $\sin 3\varphi$ und $\cos 4\varphi$ hinzugefügt werden; oder — da $\sin 3\varphi$ sich durch $\sin\varphi$ und $\sin^3\varphi$ ausdrücken läfst, $\cos 4\varphi$ durch $\sin^2\varphi$ und $\sin^3\varphi$ — sobald man ihr die Form gäbe $\alpha + \beta\sin\varphi + \gamma\sin^2\varphi + \delta\sin^3\varphi + \varepsilon\sin^4\varphi$. Es ist jedoch nicht meine Absicht, diese Differenzen aufzuheben, denn gerade durch sie werden die vorhergehenden Schlüsse vollkommen bestätigt. Diese sind folgende: Es wird angenommen, dafs die Sonnenwirkung proportional sey $1 - \sin\varphi$, oder, was dasselbe ist, $\sin^2(45 - \frac{1}{2}\varphi)$, oder endlich, wenn man sie der Mayer'schen Form nähern will, proportional $\frac{\cos^2\varphi}{1+\sin\varphi}$. Die ungleiche Temperatur der Halbkugeln bringt noch ein Glied hinzu: $\sin^2\varphi$, dessen Coëfficient positiv ist in der nördlichen Halbkugel und negativ in der südlichen. Auf diese Weise eingerichtet, giebt die Formel dieselbe Wärmemenge für die Halbkugel als die Beobachtungen, d. h. als diejenigen Formeln, die sich ihnen am besten anschliefsen; allein sie vertheilt diese Wärme anders, und dasselbe Resultat habe ich durch die Berechnung der Temperaturen an der Ostküste Amerika's gefunden, die ich hier nicht weiter mittheile. Es ist ein sehr wesentlicher Punkt, dafs die Wärmemenge durch diese Art Formeln immer richtig dargestellt wird; denn, was die einzelnen Temperaturen anbetrifft, so weichen sie an den Gränzen sehr ab. So ist z. B. nach der eben mitgetheilten Formel, die Temperatur des Aequators 27° R. und die des Pols beinahe +4°, beide also gegen die Wirklichkeit viel zu grofs.

Inzwischen mufs man erwägen, dafs der Ausdruck

[redacted]

$a(1 - \sin\varphi)$, wenn man von dem zweiten Glied abstrahirt, nur die Sonnenwirkung darstellt, und den Einflufs der atmosphärischen Luft auf die wirklichen Temperaturen völlig übersieht. Dieser Einflufs ist bedeutend, und gründet sich darauf, dafs nach der wärmeren Gegend die kalte Luft strömt, und durch warme ersetzt wird. In derjenigen Zone, wo die regelmäfsigen Passatwinde von Norden her wehen, mufs die Temperatur deprimirt werden, und eine Formel, die blofs von der Sonnenwirkung abhängt, mufs höhere Wärmegrade geben, als in der That beobachtet werden; wie das der obige Ausdruck bestätigt. In den mittleren Breiten herrscht umgekehrt ein Wind aus Süden vor, und dieselbe Formel, welche die Temperatur der tropischen Gegenden zu hoch ergab, wird in diesen Breiten überall eine geringere Wärme finden lassen. Im höheren Norden herrschen wiederum Nordwinde, und ein anderes Element, nämlich die Aenderung des Aggregatzustandes des Wassers, mit welcher ein Wärmeverlust verbunden ist, deprimiren die Temperatur; also wird die Formel, die diese Einflüsse nicht berücksichtigt, die Wärmegrade dieser Breite gegen die Wirklichkeit übertreiben. Nirgends ist die Wirkung der Sonne auf die Temperatur des Bodens von diesen Störungen frei, vielleicht nur an der Gränze derselben, und daher wurde zur Bestimmung der Constante a die Temperatur im 28sten Grad der Breite gewählt, und der Erfolg hat diese Wahl gerechtfertigt.

Der Einflufs dieser Störungen würde sich, wie schon erwähnt, entweder durch $\cos 4\varphi$, oder in Verbindung mit $\sin 3\varphi$ berechnen lassen, wodurch die Formel für die Temperatur, nach Potenzen des Sinus der Breite, fortschreitet. Allein diese letztere Form mufs man nicht wählen, oder doch, nachdem die Constante berechnet worden, die Glieder $\cos 4\varphi$ und $\sin 3\varphi$ daraus wieder absondern. Es kommt nicht auf die scheinbare Symmetrie der Ausdrücke an, sondern darauf, dafs man die Be-

deutung ihrer Glieder kenne, und an diejenigen von $\cos 4\varphi$ und $\sin 3\varphi$ mufs der Factor wegen der *Länge* angebracht werden, damit man eine Formel erhalte, welche nicht blofs für einen Meridian gilt, sondern die Temperatur der Halbkugel mit eins darstelle, wie ich das bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher zeigen werde.

So wie man den Einflufs dieser grofsen Luftströmungen auf die Temperatur finden kann, so könnte man nicht minder ihren Einflufs auf die magnetische Vertheilung der Erde berechnen. Es kommen durch sie Glieder in die Form dieser Vertheilung, welche, aufser den bereits enthaltenen, noch dem $\sin^3\varphi$ und $\sin^4\varphi$ proportional sind. Die Integrale (IV bis VI) erhalten daher statt des Sinus der Breite, oder $(\sin\varphi\cos\eta + \cos\varphi\sin\eta\cos\alpha)$ auch noch dessen dritte und vierte Potenzen. Nichts desto weniger sind sie zu bestimmen, da überhaupt nur Integrale von der Form

$$\int \frac{\sin^m \eta \cos^n \eta \, d\eta}{(1-\cos\eta)^{\frac{p}{2}}}$$

vorkommen, worin m, n, p ganze Zahlen, und m aufserdem ungerade ist — Integrale, die immer rational zu machen sind, wie man sogleich sieht. Ja, da sie von 0 bis π zu nehmen sind, so wird ihr Werth ein sehr einfacher, und hängt blofs von einer Potenz von $\sqrt{2}$ ab, wenn p eine ungerade Zahl — wie das hier immer der Fall ist.

Allein, obgleich diefs auszuführen wäre, so soll für jetzt doch die magnetische Vertheilung nur von der Breite abhängen, und Umstände, die auch nach der Länge verschieden sind, soll sie nicht berücksichtigen. Dazu gehören nun die Luftströmungen, auf deren Rechnung ohne Zweifel der überwiegende Theil jener Differenzen der Temperatur, und daher auch der magnetischen Kraft, längs der verschiedenen Meridiane kommt. Es scheint zweck-

[redacted]

mäſsiger, den ganzen Effect jener Differenzen auf die magnetischen Erscheinungen an einem Orte, auf eine Art zu berechnen, die im Verlauf dieses Aufsatzes angegeben werden wird. Man könnte freilich einwenden, daſs die Annahme der magnetischen Vertheilung

$$= \sin\varphi + b \sin^2\varphi$$

ein Glied enthalte, daſs ebenfalls von der Länge abhängt, nämlich das Glied $b \sin^2\varphi$, für die einfache Vertheilung in beiden Halbkugeln. Da der Temperaturunterschied beider in verschiedenen Meridianen nicht gleich ist, so kann es auch die magnetische Kraft nicht seyn; nach der obigen Formel für die Bodentemperatur in Europa fände sich z. B. $b = 0,137$, während dasselbe, aus der ganzen Betrachtung beider Hemisphären berechnet: 0,05528 war. Dieser Einwand ist richtig; allein bei dem jetzigen Stand der Sache läſst er sich entfernen; nur *unerheblich* kann man ihn machen, wenn aus dem Werthe von b bloſs Folgerungen gezogen werden, die für die Hemisphäre im Ganzen gelten, und auf anderweitige, specielle verzichtet.

Uebrigens will ich noch bemerken, daſs gerade dieser gröſsere Werth des Coëfficienten von $\sin^2\varphi$, aus der Temperatur Europa's berechnet, die aufgestellte Theorie sehr unterstützt; denn in keinem Meridian ist die Differenz in beiden Hemisphären gröſser als hier, und b hängt von dieser Differenz ab. Es fand sich oben, zwischen der Inclination am Aequator und dem Werthe von b, die Gleichung $\tang I = \frac{2}{5} b$. Wird hier $b = 0,137$ angenommen, so würde sich für I eine südliche Depression von 3° 8′ ergeben, mehr als doppelt so groſs gegen die mittlere Neigung am Aequator von 1° 16′.

Es ist numehr leicht, das Wärmeverhältniſs der beiden Halbkugeln zu bestimmen. Die Inclinationsnadel kann diese Aufgabe lösen, welche durch das Thermometer wohl nie gelöst werden dürfte. Es sey

$$a(1 - \sin\varphi + b \sin^2\varphi)$$

die Temperatur der nördlichen, so ist die der südlichen: $a(1-\sin\varphi-b\sin^2\varphi)$. Multiplicirt man beide Ausdrücke mit $\cos\varphi\, d\varphi$ und integrirt von 0 bis $\frac{\pi}{2}$, so erhält man die mittlere Wärme beider Halbkugeln: $a(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}b)$ und $a(\frac{1}{2}-\frac{1}{3}b)$. Das Verhältniſs dieser Temperaturen ist von a unabhängig; es kommt dabei nur auf b an, welches durch die Inclinationsnadel bestimmt worden. Setzt man für b den obigen Werth: 0,05528, so ist das gesuchte Verhältniſs $=1{,}07624$; und wenn demnach die mittlere Wärme der nördlichen Hemisphäre 15° R. beträgt, so ist die der südlichen 13°,93.

Prevost hatte dasselbe Verhältniſs auf $\frac{11}{9}$ oder 1,22 ... festgesetzt; allein die Schlüsse, welche er anwendet, um zu dieser Zahl zu gelangen, ermangeln jeder Zuverlässigkeit. Er geht von der Thatsache aus, daſs die mittlere Gränze der Passate, nicht mit dem Aequator zusammenfalle, sondern in 5° 15′ nördl. Br. liege, und läſst nun diesen Parallelkreis die Erde in zwei Hälften mit gleicher Wärmemenge theilen. Wenn $f(\varphi)$ die Temperatur in der Breite φ bedeutet, und x der Parallelkreis ist, der die Erde in zwei gleiche thermische Theile theilt, dann ist folgende Gleichung vorhanden:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} f(\varphi)\cos\varphi\, d\varphi - \int_0^{x} f(\varphi)\cos\varphi\, d\varphi = \int_0^{-\frac{\pi}{2}} f(\varphi)\cos\varphi\, d\varphi$$

$$+\int_0^{x} f(\varphi)\cos\varphi\, d\varphi$$

oder:

$$N-P=S+P,$$

mit N die Mittelwärme der nördlichen, mit S die der südlichen bezeichnet. Daher:

$$\frac{S}{N}=1-\frac{2P}{N}.$$

[redacted]

Setzt man z. B. $f(\varphi) = m + n \cos^2 \varphi$, dann ist $\frac{S}{N}$ oder das Verhältnifs beider Halbkugeln, für den Fall, dafs x nur einen geringen Werth hat, nahe genug

$$1 - \frac{2(m+n)\sin x}{m + \frac{2}{3}n}.$$

Hier ist $m+n$ die Temperatur des Aequators, $m+\frac{2}{3}n$ die mittlere Wärme der Halbkugel. Nimmt man die erstere zu 22°, die zweite zu 15° an, ferner x zu 5° 15′ so findet sich:

$$\frac{S}{N} = 0{,}7316 \text{ oder } \frac{N}{S} = 1{,}367.$$

Hat also die nördliche 15°, dann würde die südliche nur 10°,97 mittlere Wärme haben! Ich kann übrigens Prevost's Abhandlung im *Journal de physique* nicht benutzen, um zu erfahren, woher der Unterschied meiner Rechnung von der seinigen rührt. — Inzwischen ist zu bemerken, dafs der Satz, die Gränze beider Passate theile gleiche Wärmemengen ab, wie es hier vorausgesetzt worden, nicht bewiesen werden kann. Und wenn das auch geschehen könnte, so ist doch die Folgerung aus diesen Windesverhältnissen eine precäre, ja unstatthafte, sobald nur die kleine Region, im atlantischen Ocean, berücksichtigt wird. Das Resultat einer so speciellen Betrachtung kann keine Gültigkeit für die Hemisphäre haben. Im indischen Meer, wo die Passate sich in Moussons verwandeln, wäre sie eben so wenig anzuwenden, als in den Continenten des Aequators, und was die südliche betrifft, so sind die Verhältnisse der Passate dort viel zu wenig bekannt. Wenn wir in dieser letzteren Region den Anzeigen der Inclination folgen, so findet hier zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel nur eine geringe Differenz statt, und zwar ist hier die südliche etwas wärmer als die nördliche, weil die Neigung am Aequator daselbst nördlich ist. Die mittlere Gränze der Passate würde also hier umgekehrt auf die

südliche Hemisphäre fallen müssen. Dafs nämlich im atlantischen Ocean diese Gränze durch anderweitige, und den Temperaturverhältnissen fremdartige Umstände bedingt werde, hat Hr. Professor Kämtz daraus erwiesen, dafs sie während des ganzen Jahres nördlich fällt, während man doch nicht annehmen kann, dafs die südliche Hemisphäre auch in ihrem Sommer kälter sey, als die nördliche im Winter.

Denselben Einwand kann man nicht gegen die obige Betrachtung, die von der Inclinationsnadel hergenommen ist, machen. Es ist wahr, die Inclination am Aequator ist ebenfalls das ganze Jahr hindurch südlich; allein es ist wesentlich zu bemerken, dafs, wenn auch nur die Oberfläche im Besitz der magnetischen Kraft angenommen worden, diefs doch nur so viel heifst, als die Dicke der magnetischen Schicht, gegen den Radius der Erde, verschwindend anzunehmen. Im Vergleich mit derjenigen Schicht hingegen, innerhalb welcher die täglichen und monatlichen Temperaturänderungen vor sich gehen, ist die ganze magnetische Schicht nicht gering, vielmehr ist sie dagegen sehr grofs. Ich will annehmen, dafs die Erde bis zu einer Tiefe von 2000 F. Magnetismus besitze, so ist diese Gröfse von dem Radius der Erde nur der zehntausente Theil, also durchaus zu vernachlässigen. Nichts desto weniger sind diese 2000 F. gegen die 20 oder 30 Fufs Tiefe, in welcher noch Temperaturänderungen während des Jahres vor sich gehen, sehr bedeutend; und wenn in diesen 20 oder 30 F. die magnetische Vertheilung sich im Lauf des Jahres ändert, so können dadurch nur kleine Oscillationen im Stand der Magnetnadel hervorgebracht werden. Ist demnach die Temperatur des Bodens der südlichen Halbkugel geringer als die der nördlichen, die Inclination am Aequator also eine südliche, so wird diese Inclination nur kleinen Schwankungen in den Jahreszeiten ausgesetzt seyn; allein sie kann nicht eine nördliche werden, trotz dem, dafs das Temperatur-

[redacted]

verhältnifs beider Halbkugeln sich umkehrt, und die südliche wärmer wird als die nördliche.

Diesen Gesichtspunkt mufs man überhaupt bei den täglichen und jährlichen Variationen der Nadel festhalten. Die Veränderungen der Temperatur mögen so bedeutend seyn, als sie wollen, und die Wärme mag einen auch noch so grofsen Einflufs auf die magnetische Kraft der Erde ausüben; immer sind diese Veränderungen auf eine Schicht beschränkt, die gegen die ganze magnetische Hülle sehr unerheblich ist. Und selbst in dieser kleinen Schicht sind die Temperaturdifferenzen von keinem Belang. Von den täglichen Variationen der Wärme versteht sich das von selbst, und für die Variationen im Lauf des Jahres folgt es aus einer Berechnung, die in meiner letzten Abhandlung (diese Annal. Bd. XXVIII S. 281) enthalten ist. Wenn nämlich an der Oberfläche der Erde, innerhalb der jährlichen Periode, eine Differenz von 16° eintritt, so bewirkt sie in einer Schicht von 30 F. Tiefe im Mittel doch nur eine Aenderung von 1°,7.

Es ist übrigens nicht schwer, die Dicke der magnetischen Schicht in den verschiedenen Breiten — denn davon hängt sie offenbar ab — zu berechnen. Nach dem Obigen ist der Verlust, den 1° R. auf den Magnetismus der Erde hervorbringt, $=\frac{1}{29}$, so dafs die Intensität, bei 1° Erhöhung der Wärme, nur noch $\frac{28}{29}$ der ursprünglichen ist. Es werde $\frac{1}{29}$, wie bisher, mit $\frac{1}{a}$ bezeichnet; dann ist die Temperatur in der Breite $\varphi : a(1\text{-}\sin\varphi)$. Ferner nehme die Temperatur von der Oberfläche nach der Tiefe so zu, dafs auf f Fufse 1° Erhöhung komme. Bei der Temperatur 29° R. oder a ist die magnetische Kraft der Erde verschwunden (29 wäre die Temperatur des Aequators, wenn nicht anderweitige Umstände dieselbe deprimirten), d. h. der Magnetismus der Erde wäre $=0$, in der Tiefe $af.\sin\varphi$. Denn da die Temperatur an der Oberfläche zu $a-a\sin\varphi$ angenommen, in der

Tiefe $afsin\varphi$ eine Zunahme von $a\,sin\,\varphi$ Graden stattfindet, so wäre die Temperatur daselbst $=a$ oder $=29$.

Denkt man sich nun irgend einen Meridiankreis, nimmt die Erdaxe zur Axe der x, den senkrecht darauf stehenden Durchmesser des Aequators zur Axe der y, und bezeichnet durch x, y Coordinaten eines Punkts der Curve, welche den unmagnetischen Kern von der magnetischen Schale trennt, dann ist der Radius vector dieser Curve:

$$r-afsin\varphi=\sqrt{x^2+y^2}\ ,\ sin\,\varphi=\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}$$

also die Gleichung der Curve:

$$afx=r\sqrt{x^2+y^2}-(x^2+y^2)$$

oder:

$$(x^2+afx+y^2)^2=r^2(x^2+y^2).$$

Nimmt man an, dafs die Wärme bei 100 F. Tiefe um 1° R. zunehme, dann ist in unsern Breiten die Dicke der magnetischen Schicht 2220 Fufs, am Pole wäre sie 2900 F., also immer unbedeutend genug, um die obige Annahme von $\varrho=r$ zu motiviren.

Der Verlust von $\frac{1}{27}$, den die magnetische Intensität durch 1° R. erleidet, erklärt die Säcularveränderungen der Nadel, d. h. er stellt sie, in *klimatische* Veränderungen übersetzt, als gar nicht bedeutend dar. In einer früheren Abhandlung war ich hinsichts ihrer, wie gesagt, völlig im Irrthum. Die bedeutende Veränderung der Wärme an der Erdoberfläche innerhalb der Jahreszeiten, verbunden mit der kleinen Veränderung, welche sie in den magnetischen Phänomenen hervorbringt — beides in scheinbarer Uebereinstimmung mit dem geringen Einflufs, den die Wärme auf den Magnetismus des Stahls ausübt, und den frühere Versuche mich kennen gelehrt hatten — führte zu dem falschen Schlufs, dafs die Säcularänderungen der Nadel sehr grofse Perturbationen in dem Klima der Erde voraussetzten, und zwar innerhalb einiger Jahrhunderte. Da man das nicht zugeben kann, so schlug

[redacted]

ich vor, diese Perturbationen nicht an der Erdoberfläche selbst, sondern in einer gewissen Tiefe vor sich gehen zu lassen; es kam mir mehr darauf an, den Einwand, den man von den Säcularveränderungen hernehmen könnte, zu entfernen, als ihn wirklich zu heben. Ich hätte das schon damals nicht nöthig gehabt, die Veränderungen der Wärme sind vielmehr innerhalb des Jahres ganz unbedeutend; in unseren Breiten, in einer Schicht von 30 F. Tiefe, nur 1°,7 oder 2°, d. h. in der ganzen magnetischen Schicht nur $\frac{1}{35}$ Grad!

Von der andern Seite nahm ich die Constanz der jährlichen Mittelwärme zu streng, und für so streng, als man sie gewöhnlich ausgiebt; man behauptet, daſs schon die Beobachtungen eines Jahres ein, der Wahrheit sehr nahes, Resultat geben. Das kann nicht gut der Fall seyn, denn wenn man die meteorologischen Register, auch nur der neuesten Zeit, betrachtet, so findet man überall groſse Differenzen. In Genf war 1808 die mittlere Temperatur 8°,2 C., und 11° im Jahr 1811; ja, selbst wenn man mehrere Jahre mit einander vereinigt, findet man noch erhebliche Differenzen. Ich übergehe die Beobachtungen in Padua von 1725 bis 1779, obgleich ihre Gültigkeit nicht ganz in Abrede zu stellen seyn wird, da die Abnahme der Temperatur von 4°,6 innerhalb 55 Jahre, welche sie ergeben, nicht viel bedeutender ist, als Differenzen, die man in der Mittelwärme Berlins innerhalb weniger Jahre von 1779 bis 1785 beobachtet hat. Wie man Oscillationen von 2, 3, ja 4 Graden unbedeutend nennen kann, sehe ich nicht ein; aber dem sey wie ihm wolle, solche Veränderungen der Temperatur sind hinreichend, die Declination um 20° zu verändern; wohl verstanden, daſs sie, nicht bloſs an diesem oder jenem Ort, sondern in einer groſsen Ausdehnung stattfinden. Um dieſs auszumitteln, verfahre ich auf folgende Weise: ich bestimme die Anziehung eines Stücks der Kugel, auf einer der beiden Seiten des Meridians liegend, mittelst

der Formeln (A). Auf der anderen Seite desselben giebt ein ähnliches Stück dieselbe Anziehung, mit demselben Zeichen für H, und dem entgegengesetzten für S. Diese letztere Anziehung, senkrecht auf den Meridian gerichtet, wäre also durch beide Stücke zusammengenommen $=0$, und es würde durch sie keine Abweichung von dem Meridian bewirkt werden. Sind aber beide Stücke ungleich warm, und ihre Intensität also verschieden, so kann man dem einen derselben die magnetische Vertheilung: $c \sin \varphi$, dem andern: $\sin \varphi$ geben, und dann wird natürlich für jeden Werth von c eine bestimmte Declination der Nadel stattfinden, oder, was dasselbe ist, jeder gegebenen Declination, wird ein bestimmter Werth von c entsprechen. Die Gröfse c wird sich hierauf in Temperaturen übertragen lassen.

Es sey h die Anziehung eines solchen Stücks, nach dem Meridian zerlegt, s, nach der Senkrechten darauf; es seyen ch und cs dieselben Gröfsen für das andere Stück, so ist die Anziehung beider nach dem Meridian $=h(1+c)$ und senkrecht darauf $=s(1-c)$. Ist die Declination der Nadel, durch beide Kräfte hervorgebracht, D, dann ist:

$$\tang D = \frac{s(1-c)}{h(1+c)}$$

$$c = \frac{s - h \tang D}{s + h \tang D}$$

Man setze in (A):

$$\left.\begin{array}{l} \eta' = 10^\circ \;,\; \eta = 100^\circ \\ \alpha' = 30 \;\;,\; \alpha = 120 \end{array}\right\} \text{ dann } \begin{array}{l} h = 0{,}3376 \\ s = 0{,}5351 \end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l} \eta' = \;\;5^\circ \;,\; \eta = 100^\circ \\ \alpha' = 30 \;\;,\; \alpha = 120 \end{array}\right\} \quad\quad \begin{array}{l} h = 0{,}4520 \\ s = 0{,}9030 \end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l} \eta' = 30^\circ \;,\; \eta = 100 \\ \alpha' = 30 \;\;,\; \alpha = 120 \end{array}\right\} \quad\quad \begin{array}{l} h = 0{,}8230 \\ s = 2{,}2337 \end{array}$$

Setzt man $D = 20^\circ$, so wird c im ersten Fall $=0{,}6265$, im zweiten $=0{,}6918$, im dritten $=0{,}7635$.

Giebt man ferner diesem Coëfficienten die Form $\left(1-\frac{1\,t}{29}\right)$ wo t die Temperatur bedeutet, so findet sich $t=10^\circ{,}8$, $=8^\circ{,}9$, $=6^\circ{,}9$. Das heifst, das östlich liegende Stück braucht nur um $5\frac{1}{2}$, um $4\frac{1}{2}$, um $3\frac{1}{2}$ Grad an Wärme zuzunehmen, das entgegengesetzte um eben so viel abzunehmen, damit die bedeutende Veränderung der Abweichung von 20° entstehe. Und doch ist hier nur ein Theil der Anziehung berücksichtigt worden!

Gesetzt, die Declination verändere sich des Jahres um 6′, in 10 Jahren also um 1°, so wird die mittlere Temperatur sich des Jahres nur um 0°,02, und innerhalb 10 Jahren um 0,2 zu ändern brauchen. Die Veränderung der Nadel wäre dann sehr bedeutend und in die Augen fallend; die des Thermometers dagegen würde nicht wahrnehmbar seyn, und von den viel gröfseren Schwankungen der jährlichen Mittel verdeckt werden. Ich führte oben dergleichen Schwankungen in der Temperatur der Luft an; auch die des Bodens zeigt dergleichen.

Ferguson fand in Abbotshall:

Tiefe.	1′.	2′.	3′.	4′.
1816	5°,2 R.	5°,4	5°,8	6°,2
1817	5 ,7	6 ,2	6 ,3	6 ,5
Differ. zwisch. beiden Jahren	0 ,5	0 ,8	0 ,5	0 ,3

Hr. Hofrath Muncke:

Tiefe.	1′,5.	3′.	5′.
1822	9°,81 R.	10°,17	9°,98
1823	8 ,27	8 ,46	8 ,20
Differenz	1 ,54	1 ,71	1 ,78

Wenn solche bedeutende Differenzen, wie die letzteren, auch noch in gröfserer Tiefe vorkommen, dann läge in der That die umgekehrte Aufgabe vor: warum

die Magnetnadel sich von einem Jahr zum andern so wenig ändert? In Paris und Königsberg war ebenfalls das Jahr 1822 um mehr als 1° R. wärmer, als das folgende.

Die Möglichkeit der Säcularänderungen ist also nachgewiesen; die Veränderung der Klimate, durch welche sie bewirkt werden, ist weder bedeutend, noch steht sie mit irgend einem physikalischen Factum in Widerspruch. Die absolute Constanz der jährlichen Mittel ist nicht bewiesen, noch wird sie durch die Erfahrung der letzten 40 Jahre sehr unterstützt. So lange kein Grund für die Veränderlichkeit derselben vorhanden ist, kann man diese Erfahrung dahin interpretiren; und wenn dieser Grund eintritt, so steht sie ihm nicht entgegen. Und selbst angenommen, dafs in den letzten 40 Jahren die Temperatur in Europa sich durchaus gar nicht geändert habe, so würde man kein Recht haben, anzunehmen, dafs dasselbe auch aufserhalb Europa der Fall gewesen sey, dafs in Asien und Amerika die Mitteltemperatur während der 40 Jahre um 0°,8 weder zu- noch abgenommen habe. Das wird Niemand verbürgen wollen, und doch reichte das hin, um in Europa die Declination 3 oder 4 Grad zu verändern.

Das arithmetische Mittel einer veränderlichen Erscheinung hat nur dann Gültigkeit und Zuverlässigkeit, wenn die Erscheinung eine Periode befolgt, und man diese ganze Periode zum Mittelwerth benutzt. Es ist wahrscheinlich, dafs die Veränderlichkeit der Einwirkung der Sonne auf die Temperatur sich innerhalb eines Jahres abschliefse; allein die Sonne bedingt nicht allein die Wärme eines Orts. Sie ruft secundäre Wirkungen, die Winde, hervor, die einen sehr bedeutenden Einflufs darauf ausüben, wie man an der Gestalt der Isothermen sieht. Dieser secundäre Effect zieht wiederum andere nach sich, er verändert die Menge des verdunstenden oder sich niederschlagenden Wassers. Die Temperatur

eines Orts ist also das Resultat vieler vereinigter Umstände, von denen man keinen Grund hat, sie alle innerhalb der Periode eines Jahres für abgeschlossen zu halten. Bliebe die mittlere Windesrichtung sich gleich, dann könnte daraus vielleicht auf die Unveränderlichkeit der Temperatur geschlossen werden; allein auch das ist nicht der Fall. Ich erinnere an die Copenhagener Windesbeobachtungen von 1751 an, die beinahe eine successive, und jedenfalls sehr bedeutende Veränderung der mittleren Windesrichtung anzeigen, selbst wenn man die Mittelwerthe von je 9 Jahren mit einander vergleicht. Man kann freilich daraus schliefsen, dafs, wegen der in vieler Hinsicht mangelhaften Beobachtungen, die mittlere Windesrichtung weder aus einem, noch aus neun Jahren mit irgend einer Sicherheit abzuleiten sey; allein man kann nicht minder daraus schliefsen, dafs das jährliche Windesmittel, wenn es eine absolute Gültigkeit haben soll, ein Phantom sey, das gar nicht zu erreichen ist. —

Wenn man von dem Werthe der Inclination und Kraft an einem Orte nach den Formeln (d) und (e) ausgeht, so kann man, aus dem Vergleich dieser Gröfsen mit den beobachteten, unter Hinzuziehung der Declination, die Lage des veränderlichen Pols berechnen, der in diesem Falle den Schwerpunkt aller klimatischen Störungen, mit Bezug auf diesen Ort, darstellt. Diese Berechnung geschieht nach den Principien meiner vorigen Abhandlung in diesen Annalen; allein nicht nach denselben Formeln. Sie sind nur für kleine Werthe der Variationen bequem, und verlangen, obgleich in ihnen nichts vernachlässigt worden, hier eine etwas andere Gestalt.

Es sey I die berechnete Inclination, i die beobachtete,
K die berechnete Intensität, k die beobachtete,
ferner sey D die Declination.

Man setze:

$$\frac{k \cos i}{K \cos I} = d,$$

ferner:

$$\frac{d^2+1}{d^2-1} tg\,D = tg\,\varrho,$$ wo d und ϱ Hülfsgröfsen sind,

dann ist:

$$\cos(2y-\varrho-D) = \cos(\varrho-D) - \frac{2 \cdot \sin D \cdot \sin \varrho}{d^2+1}.$$

Hieraus ergiebt sich y, oder der Winkel, den der veränderliche Pol mit dem terrestrischen Meridian macht. Seine Intensität nach dem Horizont zerlegt, verhält sich zu der der ganzen Erde wie $p:1$, und $p = \frac{\sin D}{\sin(y-D)}$.

Bezeichnet λ den Winkel, den eine Linie vom veränderlichen Pol nach dem Beobachtungsort gezogen, mit der Horizontalebene daselbst macht, dann ist λ gegeben durch die Gleichung:

$$tang\,\lambda = \frac{tang\,I - (1+p\cos y) \cdot tang\,i}{p}.$$

Aus y und λ läfst sich nun leicht die Länge und Breite des Punktes finden, an dem der veränderliche Pol liegt. Man bilde aus diesem Punkt, dem Orte der Beobachtung und dem Erdpol, ein sphärisches Dreieck, so ist in demselben die Seite, die dem Erdpol gegenüber liegt, bekannt, und $=2\lambda$; die andere Seite ist ein Complement der Breite, und endlich ist der Winkel, den beide Seiten einschliefsen, durch y gegeben, und zwar $=y$ oder $=180-y$, je nach der Lage des variablen Pols. Das Dreieck ist also gegeben, und man kann den Winkel am Pol, oder die Meridiandifferenz, und die dritte Seite, oder das Complement der Breite des veränderlichen Pols finden.

Nur über die Zeichen von y, p und λ will ich einige Bemerkungen machen. Eine Zweideutigkeit ist darin nicht möglich, da die Aufgabe eine ganz bestimmte ist, und es also nur darauf ankommen kann, zu wissen, unter welcher Voraussetzung die obigen Formeln gelten. Sie gelten für den Fall, wo der variable Pol in SO. liegt,

und das nach Süden gerichtete Ende der Nadel anzieht, wodurch also eine westliche Declination des Nordendes entsteht.

Gesetzt die Declination sey östlich, so muſs man für D, $-D$ setzen; findet sich dabei y positiv, so liegt der Pol doch in SO., nur wird dann p negativ, und zeigt an, daſs dieser Pol das Südende der Nadel *abstoſse*, daſs er also in unserer Halbkugel eine niedrigere Temperatur habe.

Ist D positiv, aber y negativ, dann liegt der Pol in SW., und zwar wird hier wiederum p negativ.

Sind endlich D und y negativ, p aber positiv, dann liegt er in SW. und zieht das Südende der Nadel an.

Uebrigens muſs man bemerken, daſs die Formeln für y und p ganz dieselben bleiben, wenn man, statt des veränderlichen Pols in SO., einen in NW. annimmt, der aber nun das Nordende der Nadel anzieht. Man kann also in allen so eben erwähnten Fällen statt SO. NW. und statt SW. NO. schreiben, wenn man nur für das Südende der Nadel immer das Nordende derselben setzt. Die Lage des veränderlichen Pols ist somit noch einer Zweideutigkeit unterworfen, die aber durch den Werth von λ entfernt wird. Findet sich λ positiv, dann liegt derselbe nach Süden hin, und nach Norden, wenn λ negativ wird.

Um den veränderlichen Pol für Königsberg zu berechnen, setze ich die Intensität daselbst $=1{,}7349$ (das Minimum der Intensität auf der Erde, nämlich 0,8, zur Einheit angenommen); ferner $i=69^\circ\,0'\,51''$, und $D=13^\circ\,17'$.

Die Intensität in 54° 42′ 50″ nördlicher Breite findet sich aus (e) $=1{,}6937$, wenn man auch hier das Minimum auf der Erde $=1$ setzt; die Inclination nach (d) $=71^\circ\,8'\,20''$.

Mit diesen Annahmen ergiebt die Rechnung:

$$y=68^\circ\;7'\;\;4''$$
$$p=\;0{,}281063.$$

Die Breite des veränderlichen Pols ist 44° 32′, und zwar in dem Meridian, der um 25° 8′ von dem Königsberger nach Osten entfernt ist. Er liegt also in der Nähe des Caspischen Meeres.

Wenn man nun eine Declinationsnadel nimmt, und einen Magneten mit seinem feindschaftlichen Pol in einer südöstlichen Richtung nähert, so daſs derselbe mit dem terrestrischen Meridian einen Winkel von 68° 7′, oder mit der Nadel einen von 54° 50′ bildet; wenn ferner die Abstoſsung dieses Magneten auf die Nadel sich zu der Anziehung der ganzen Erde auf dieselbe wie 0,2811 zu 1 verhält, dann wird die Nadel genau nach Norden weichen, und diejenige Richtkraft haben, die ihr nach dem angenommenen Gesetz der Vertheilung: $\sin\varphi - b\sin^2\varphi$ zukommt. Die anderweitigen Störungen wären dann gänzlich aufgehoben, und die Nadel nur noch empfindlich für die *Variation* dieser Störungen, für die täglichen, monatlichen und Säcularänderungen der Wärme. Wenn man also *diese* Nadel statt der gewöhnlichen Declinationsboussole beobachtete, so würde man das getreue Bild dieser veränderlichen Störungen bekommen, für welches früher noch verschiedene veränderliche Pole angenommen worden, und sie durch alle ihre Perioden hindurch verfolgen können, wie dieselben während des Tages von O. nach W., und während des Jahres von N. nach S. etc. gehen. Eine solche Nadel hat man augenblicklich, ohne das Verhältniſs 0,2811 der Abstoſsung und Anziehung zu kennen, sobald man irgend einen Magnet in dem Azimuth 68° 7′ nähert und entfernt, bis der Nordpol der Nadel nach Norden zeigt.

Der Werth von p läſst sich auf ähnliche Weise wie bisher in Temperaturen übersetzen, d. h. man kann sagen: an dem Ort, wo der veränderliche Pol sich befindet, müſste die Temperatur so und so groſs seyn, um alle Abweichung der wirklichen Temperaturen der Erd-

rinde

rinde, von dem nach der Formel $29(1-\sin\varphi+b\sin^2\varphi)$ vorausgesetzten, zu vereinigen. Es sey zu dem Ende φ' die Breite des veränderlichen Pols, so ist die Intensität daselbst: $\sin\varphi'-b\sin^2\varphi'$. Multiplicirt man sie mit dem constanten Factor c, so wird die Anziehung desselben auf ein magnetisches Element am Beobachtungsort nach dem Horizont zerlegt:

$$\frac{c\cos y\,.\,\sin^2 2\lambda(\sin\varphi'-b\sin^2\varphi')}{2^{\frac{3}{2}}.(1-\cos 2\lambda)^{\frac{3}{2}}}.$$

Diese Anziehung verhält sich zu der der ganzen Erde, oder $4\pi(\frac{1}{3}\cos\varphi-\frac{1}{8}b\sin 2\varphi)$, wie p zu 1. Daraus findet sich:

$$c=\frac{8\pi p(\frac{1}{3}\cos\varphi-\frac{1}{8}b\sin 2\varphi)\tan\lambda}{\cos y\,.\,\cos\lambda(\sin\varphi'-b\sin^2\varphi')}.$$

Dem Werthe von c kann man nun die Form geben: $1-\frac{1}{29}t$, wo t die Temperatur in Graden Réaumur, oder, wenn c gröfser wird als 1, die Form $1+\frac{1}{29}t$, wo t dann Grade der Kälte bedeutet. —

Die Resultate, die in dem Vorhergehenden enthalten sind, lassen sich so zusammenfassen: Wenn man für die Vertheilung des Magnetismus in der Erde eine Reihe annimmt, die nach Potenzen des Sinus der Breite fortschreitet, so läfst sich die Anziehung der ganzen Kugel auf einen Punkt in der Breite φ immer finden. Die Anziehung hängt blofs von $\sin\varphi$, $\cos\varphi$ und von numerischen Coëfficienten ab. Von dieser Reihe wurde nur die erste Potenz des Sinus, und wegen der Ungleichheit beider Halbkugeln ein Glied, abhängig von dem Quadrat dieses Sinus, genommen. Der letztere Umstand mufs in die Form der magnetischen Vertheilung immer mit einer geraden Potenz des Sinus eingehen, damit das Zeichen nicht geändert werde, wenn man von einer Halbkugel auf die andere übergeht. Der Coëfficient von $\sin^2\varphi$ ist durch die mittlere Inclination am Aequator bestimmt worden.

In Folge dieser Vertheilung des Magnetismus wurde

[redacted]

für die Temperatur die Formel angenommen

$$a(1-\sin\varphi+\sin^2\varphi),$$

wo $1-\sin\varphi$ der Sonnenwirkung proportional ist. Von dieser letzteren ist a priori nur so viel sicher, daſs sie am Aequator am gröſsten, und am Pol $=0$ ist; und diesen Bedingungen genügt $(1-\sin\varphi)$. Die mittlere Temperatur der Halbkugel würde hiernach, abgesehen von ihrer numerischen Gröſse, im 30sten Grade der Breite stattfinden; nach der Annahme $\cos^2\varphi$ dagegen etwa im 35sten. Zur Bestimmung der Constante a ist 1) die Temperatur an der nördlichen Gränze des Passats, und dann 2) die Bedingung gewählt worden, daſs die mittlere Temperatur unserer Halbkugel $=15°$ R. sey; und beide, von einander unabhängige Wege geben für a den übereinstimmenden Werth von 29... Die Temperatur der südlichen Hemisphäre fand sich dann $=13°,93$.

Es ist ein sehr beachtenswerther Umstand, daſs die angenommene Form für die Wärmevertheilung die Wärmemengen richtig darstellt, sie aber nach den Breiten anders, doch immer so vertheilt, wie man es von einem Ausdruck erwarten muſs, der von den Windesverhältnissen ganz abstrahirt. Diese Verhältnisse lassen sich durch Glieder, wie $\sin 3\varphi$ und $\sin 4\varphi$ darstellen, deren Coëfficienten aber nach der Länge verschieden sind, und in Bezug auf diese Dimension einen veränderlichen Factor erhalten müssen. Auf solche Weise, und wenn man auch den Einfluſs der Hygrometeore auf die Temperatur berücksichtigt, wird sich eine Formel für die Temperatur gewinnen lassen, wo die Bedeutung der einzelnen Glieder bekannt ist, die für die ganze Erde gilt, und nicht, wie die bisherigen Interpolationsformeln, nur für bestimmte Districte auf derselben.

Der recipirte Werth von a giebt den Verlust an, den der Magnetismus der Erde durch einen Grad der Wärme derjenigen Skale erleidet, auf welche a sich bezieht. Mittelst dieses Werthes kann man berechnen, um

[redacted]

wie viel die Wärme zu- oder abgenommen haben müsse, damit die magnetische Kraft so und so viel vermindert oder vermehrt worden; man kann umgekehrt einen beliebigen Grad der Wärme in einen Factor der tellurischen Intensität verwandeln. Es wäre vergebens, hiergegen einzuwenden, dafs das Zusammenfallen der Vertheilung der Wärme und der magnetischen Erdkraft eine Hypothese sey, und dafs man a priori nicht behaupten dürfe, die Verbreitung der Wärme sey deshalb dem Gliede $1 - \sin\varphi$ proportional, weil die magnetische Vertheilung es dem $\sin\varphi$ ist. Ich will, diesem Einwand zu begegnen, mich nicht auf das Uebereinstimmende beider Erscheinungen berufen; denn, wenn auch keine Uebereinstimmung vorhanden wäre, so würde das ein sehr gleichgültiger Umstand seyn, der an der Sache nicht das Geringste änderte. Ich meine hier nur die gegenseitige *Abhängigkeit*, in welche, im Vorhergehenden, die Erscheinungen des Magnetismus und der Wärme gesetzt werden. Diese Abhängigkeit kommt lediglich darauf hinaus, dafs für die Wärme, in ihrer Verbreitung auf der Erde, irgend ein Gesetz angenommen worden, und dafs dieses Gesetz auf den Magnetismus übertragen worden ist. Nunmehr kann die Magnetnadel ein Thermometer werden, wenn man nur wiederum die Erscheinungen derselben in Wärmephänomene übersetzt. Der Magnetismus ist dann nur eine Hülfsgröfse gewesen, die aus dem Endresultat ganz verschwindet.

Die einzige Frage bliebe hier nur noch, ob die magnetische Kraft der Erde wirklich von der Wärme auf irgend eine Art influencirt werde, und ob nicht zweierlei Erscheinungen in ein Verhältnifs gebracht worden sind, die nichts mit einander zu schaffen haben. Allein diese Frage ist so durchweg entschieden, dafs man die Antwort darauf von irgend einem grofsen oder kleinen Factum abhängen lassen kann, und überall wird die Antwort gleichlautend seyn. Von irgend einem kleinen Factum,

z. B. von der Tageszeit, wo das Maximum und Minimum der Declination eintritt. Sie ist sehr bestimmt für das Maximum, und viel weniger für das Minimum; allein das Maximum der Declination hängt von der gröfsten Tageswärme, das Minimum von der kleinsten ab, und die erstere ist bekanntlich vielmehr an eine bestimmte Stunde gebunden, als die letztere. Dasselbe gilt für die mittlere Declination und Temperatur während des Tages. Sie finden beide zu einer Stunde Vormittags und zu einer anderen Nachmittags statt, und hier ist wiederum die eine von ihnen, die Stunde Vormittags, für beide Phänomene viel constanter, als die andere. Uebrigens sind dergleichen Zusammenstellungen blofs hingeworfene Gedanken die, ohne eine zu Grunde liegende Ansicht und eine darauf basirte Rechnung, keinen Werth hätten.

Hie und da sind die Variationen der Magnetnadel wohl mit denen des Thermometers verglichen worden; es ist jedoch immer bei einer vagen Vorstellung über die Sache geblieben. Es ist kein Beweis darüber geführt worden, man hat die Ansprüche und Erklärungen anderer Theorien nicht widerlegt, und was die Hauptsache ist, man hat keinen Versuch gemacht dieser Ansicht eine weitere Entwicklung zu geben, und sie dahin zu führen, wo sie entschieden widerlegt oder bewiesen werden kann.

VII. *Ueber den magneto-elektrischen Funken und Schlag, und über eine besondere Bedingung zur elektro-magnetischen Vertheilung; von Hrn. Michael Faraday.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. V p.* 349.)

Den ersten magneto-elektrischen Funken bekam ich mit Hülfe eines secundären Magneten [1]), der für die Zeit durch

1) *Annalen*, Bd. XXV S. 100 §. 32.

[redacted]

einen primären wirksam gemacht war, und diese Einrichtung hat man, so viel ich weifs, bis jetzt immer angewandt. Mein primärer Magnet war ein Elektro-Magnet, der von Nobili angewandte, glaube ich, ein gewöhnlicher Magnet [1]). Andere bedienten sich eines natürlichen Magnets; allein immer bestand der secundäre Magnet aus einem Stücke weichen Eisens.

Niemals ist der Funke die Elektricität des primären Magneten, auch nicht die des secundären gewesen. Die Kraft des ersteren erregte eine entsprechende Kraft in dem zweiten; dieser zweite Magnet versetzte in dem um ihn gewundenen Draht die Elektricität in Bewegung, und letztere erzeugte den Funken. Es schien mir jedoch nicht schwierig, auch Elektricität ohne den secundären oder temporären Magnet zu erhalten, und so der des primären einen Schritt näher zu kommen. Diefs gelang mir leicht auf folgende Weise. Einen etwa 20 Fufs langen, mit Seide besponnenen Kupferdraht wickelte ich auf ein kurzes Stück des Endes einer Pappröhre, durch welche ein cylindrischer zolldicker Magnetstab frei hindurchgeschoben werden konnte. An dem einen Ende des Schraubendrahts war eine kleine amalgamirte Kupferplatte befestigt, und das andere Ende war so gebogen, dafs es diese Platte senkrecht in der Mitte berührte, und zwar so, dafs, wenn der Magnetstab durch den Cylinder gesteckt wurde, er gegen den Draht stofsen und das Ende desselben von der Platte abheben mufste (Fig. 12 Taf. III). Wenn diese Handlung mit Schnelligkeit ausgeführt wurde, erschien dann an der Trennungsstelle ein elektrischer Funke.

Mein Apparat war horizontal hingelegt, und in das Ende des Cylinders war ein kurzer, loser Holzpflock gelegt, so dafs die Abhebung des Drahts von der Platte in dem Moment geschehen mufste, wo das Ende des Magnets eben durch das Drahtgewinde ging; diefs ist die günstigste Bedingung für den Apparat. Ein in zweckmäfsiger Entfernung an der Aufsenseite angebrachter Gegen-

1) Annalen, Bd. XXIV S. 478.

stand diente dazu, den Magnet, nachdem er mittelst einer kurzen raschen Bewegung durch den Cylinder getrieben war, und er einen Funken bewirkt hatte, aufzuhalten. Nach der Helligkeit und Ansehnlichkeit des Funkens zweifle ich nicht, dafs wenn man beide Enden eines Hufeisen-Magneten anwendet und dem leichten Rahmen an dem Drahtgewinde eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt, ein eben so starker, wo nicht stärkerer elektrischer Funke erhalten werde, als man bisher mit Magneten von gewisser Kraft erlangt hat.

So ist dann der magneto-elektrische Funke dem erregenden Magnet schon einen Schritt näher gebracht. Die wichtigere Aufgabe, diejenige Elektricität, welche im Magneten selbst vorhanden ist und diesem seine Kraft ertheilt, in Gestalt eines Funkens sichtbar zu machen, bleibt noch zu lösen übrig.

Der nächste Gegenstand, auf welchen ich die Aufmerksamkeit hinzulenken wünsche, ist der *magneto-elektrische Schlag*.

Hr. William Jenkins hat mich einen solchen, auf eine mir neue Weise hervorgebrachten Schlag fühlen lassen, und mir erlaubt, sein Verfahren bekannt zu machen.

Hrn. Jenkins's Apparat besteht aus einem in gewöhnlicher Weise schraubenförmig aufgerollten Kupferdraht, oder vielmehr aus einer Schraube aus drei Drähten, die indefs wohl durch einen einzigen Draht von gröfserer Dicke ersetzt werden können; die benachbarten Enden sind an zwei dickere Enddrähte gelöthet und diese wieder an zwei kurze Kupfercylinder, um sie anfassen zu können und die Berührungsfläche zu vergröfsern. In den Schraubendraht kann ein zwei Fufs langer und einen halben Zoll dicker Eisenstab nach Belieben eingeschoben werden. Der Elektromotor war ein einfaches Plattenpaar, wo die Zinkplatte an beiden Seiten eine Fläche von drei Quadratfufs darbot. Fafst man

die beiden Kupfercylinder fest mit den zuvor durch Salzwasser benäfsten Händen an, und bringt nun die Enden des Schraubendrahts abwechselnd in und aufser Berührung mit dem Elektromotor, so fühlt man im letzteren Fall, d. h. bei Unterbrechung der Berührung, einen bedeutenden elektrischen Schlag; vorausgesetzt, dafs der Eisenstab in dem Schraubendraht liege; liegt er nicht darin, so fühlt man weder bei Herstellung noch bei Aufhebung des Contacts einen Schlag.

Diese Wirkung scheint auf den ersten Blick sehr sonderbar, weil es den Anschein hat, als sey der elektrische Schlag von einem einzigen Plattenpaar hervorgebracht. In Wirklichkeit ist dem aber nicht so. Der Schlag rührt nicht her von der von den Platten durch den Körper in Bewegung gesetzten Elektricität, sondern von einem Strom in entgegengesetzter Richtung, welcher von dem eisernen Elektromagneten (in dem Schraubendraht. *P.*) erregt wird, im Moment, da dieser bei Aufhebung des ursprünglichen Stroms (des der voltaschen Kette. *P.*) seine Kraft verliert. Es ist jedoch sehr interessant auf diese Weise zu beobachten, wie ein elektrischer Strom von sehr geringer Intensität einen andern Strom von wahrscheinlich hundert Mal gröfserer Stärke erzeugt. Der Versuch ist einer von den wenigen Fällen, wo es in unserer Macht steht, bei der strömenden Elektricität die Quantität in Intensität zu verwandeln.

Allgemein hat man vorausgesetzt, dafs man aus einem einzigen Plattenpaar nur bei Oeffnung der Kette einen elektrischen Funken erhalten könne; allein diefs ist, wie ich in der achten Reihe meiner Experimental-Untersuchungen gezeigt habe [1]), ein Irrthum, und zwar ein sehr wichtiger in Betracht zur Theorie der voltaschen Elektricität. Richtig ist es jedoch, dafs der bei Oeff-

1) Diese achte Reihe ist durch die Güte des Hrn. Verfassers be-

nung der Kette entstehende Funke durch Umstände sehr bedeutend verstärkt werden kann, welche auf den beim Schliefsen der Kette erzeugten keinen Einflufs ausüben.

Jeder, welcher über den Elektro-Magnetismus experimentirt hat, wird beobachtet haben, dafs, wenn man den Strom eines einzigen Plattenpaares durch einen Schraubendraht leitet, der Funke, welcher beim Oeffnen der Kette entsteht, weit heller ist, wenn in diesem Schraubendraht ein Stab von weichem Eisen liegt, als wenn diefs nicht der Fall ist. Da nun hier im Momente des Oeffnens eben so ein verstärkter Funken auftritt, als in Hrn. Jenkins's Versuch ein Schlag, so könnte man auf den Blick glauben, es sey dieselbe Elektricität, welche den Funken und den Schlag erzeuge, und es würden beide Wirkungen verstärkt durch eine Erhöhung der Kraft von dieser ihrer gemeinschaftlichen Ursache. Allein dem ist nicht so; denn die den Funken erzeugende, in einer gewissen Richtung fortgehende Elektricität ist die durch die Zinkplatte und die Säure hervorgerufene, während die Elektricität, welche den Schlag hervorbringt, in entgegengesetzter Richtung circulirt [1]).

Aus dem Auftreten des Funkens, welcher bei dieser Versuchsform immer von der im Moment des Oeffnens der Kette strömenden Elektricität herrührt, könnte es scheinen, als circulire während des Geschlossenseyns der Kette ein gröfserer Elektricitätsstrom, wenn das Eisen sich in den Schraubendraht befindet, als wenn man ihn fortgenommen hat. Allein diefs ist nicht der Fall. Denn

reits in meinen Händen, und soll den Lesern baldigst mitgetheilt werden. P.

1) In einem späteren Zusatz (*Phil. Mag. Vol. I p.* 444) berichtigt Hr. Faraday diesen Satz dahin, dafs er durch sorgfältige Versuche gefunden, Schlag und Funken rühren von einem ganz gleich gerichteten Strom her, nämlich von einem Strom, der im Moment des Oeffnens der Kette durch Vertheilung erregt werde. P.

[redacted]

mifst man die Quantität mittelst eines sehr empfindlichen Galvanometers, findet sich, dafs sie, das Eisen mag hineingelegt oder fortgenommen seyn, gleich ist, und gänzlich von der Wirkung an der Zinkplatte abhängt. Doch ist das Auftreten des Funkens ein deutlicher und entscheidender Beweis, dafs die im Moment des Oeffnens ausfahrende Elektricität eine gröfsere Intensität besitzt, wenn das Eisen in dem Schraubendraht anwesend ist, als wenn es darin fehlt. Diese verstärkte Wirkung hängt offenbar ab nicht von einer Veränderung in dem Zustand der Dinge an der Elektricitätquelle, sondern von einer durch die Anwesenheit des weichen Eisens veranlafsten Aenderung der Kräfte des Leitungsdrahtes. Ich setze nicht voraus, dafs diese Veränderung *direct* mit dem magnetisirenden Einflufs des Stroms auf das Eisen verknüpft sey, sondern vielmehr, dafs sie herrühre von der Rückwirkung, die das Eisen, nachdem es zum Magnet geworden ist, auf den Draht ausübt. Ich zweifle nicht, wiewohl ich bisher noch keine Mufse hatte einen Versuch darüber anzustellen, dafs ein Magnet von sehr hartem Stahl und von gleicher Kraft wie der Magnet aus weichem Eisen, wenn er in gleicher Richtung in den Schraubendraht gebracht wird, auf diesen einen eben so grofsen Einflufs ausübt [1]).

Ich will nun von einem andern Umstand reden, welcher auf den beim Oeffnen der Kette entstehenden Funken einen ähnlichen intensitätsverstärkenden Einflufs ausübt. Wenn eine einfache Kette aus Zink und Kupfer durch einen kurzen Draht geschlossen, und die gehörige Vorsicht zur Vermeidung aller Fehlerquellen getroffen wird, so ist, wie ich bereits gezeigt habe, der Funke beim Oeffnen der Kette nicht gröfser als beim Schliefsen. Wenn aber der Schliefsdraht viel länger genommen wird,

1) In dem späteren Zusatz erklärt Hr. Faraday, dafs dieser Versuch nur unter besonderen Umständen gelinge, aus Gründen, die S. 300 Anmerk. 2 angegeben werden. *P.*

dann ist der Funke beim Oeffnen weit stärker. So gab' ein kupferner Schliefsdraht von $\frac{1}{18}$ Zoll im Durchmesser und von 12 Zoll Länge nur einen kleinen Funken mit demselben Plattenpaar, welches einen Augenblick zuvor oder hernach mit einem Draht von gleichem Durchmesser, aber 114 Fufs Länge, einen grofsen Funken gegeben hatte. Eben so gaben 12 Zoll eines Drahts von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser einen weit kleineren Funken als 36 Fufs desselben Drahts [1]).

Wiewohl in diesen beiden Fällen die längeren Drähte den gröfseren Funken gaben, so waren es doch die kürzeren Drähte, welche in einer gegebenen Zeit die gröfsere Elektricitätsmenge leiteten. Diefs war besonders bei dem dünneren Draht sehr sichtbar, da er von der durchgehenden Elektricitätsmenge ganz heifs wurde, während der dickere Draht kalt blieb. Dennoch kann es keinem Zweifel unterliegen, dafs die Funken aus langen Drähten von gröfserer Intensität sind, als die aus kurzen Drähten, denn sie gehen durch eine gröfsere Strecke Luft. Daraus ergiebt sich dann das paradoxe Resultat, dafs Elektricitätsströme, welche aus gemeinschaftlicher Quelle abstammen und in gleicher Zeit eine gleiche Elektricitätsmenge liefern, auf diese Weise Funken von sehr verschiedener Intensität hervorbringen können.

Diese Wirkung langer Drähte läfst sich erklären durch die Annahme, dafs für die Elektricität bei ihrem Durchgang durch lange Leiter eine Art von Moment erforderlich sey, und es war diese Idee von einem Moment, welche den HH. Nobili und Antinori als Führer diente bei ihrem Verfahren, den magneto-elektrischen Funken mittelst eines gemeinen Magneten zu erhalten. Möge man den Elektricitätsstrom als abhängig von der

1) Auf diese Eigenschaft der langen Drähte hat Hr. Nobili auch bekanntlich seinen *elektro-dynamischen Condensator* construirt, Siehe Annalen, Bd. XXVII S. 436. — Vergl. auch Bd. XXXIII S. 552. P.

Bewegung eines elektrischen Fluidums oder von der Fortpflanzung bloſser Vibrationen betrachten, so könnte doch die Idee von einem Moment im Wesentlichen mit Fug beibehalten werden. Allein es ist klar, daſs die ähnliche Wirkung, welche das weiche Eisen in Bezug auf die Intensitätsverstärkung des Funkens ausübt, nicht auf diese Weise, d. h. nicht durch ein Moment erklärt werden kann; und da es nicht wahrscheinlich ist, daſs Wirkungen, die identisch sind, zweierlei Ursachen haben, so glaube ich, daſs beide auf gleiche Weise erzeugt werden, wiewohl die angewandten Mittel anscheinend so verschieden sind.

Wenn der elektrische Strom durch einen Draht geht, so wird dieser magnetisch; und wiewohl die Richtung des Magnetismus in demselben eigenthümlich ist und sehr verschieden von der im weichen Eisen, welches in den Schraubendraht der ersten Versuche gelegt worden, so ist doch die Richtung der magnetischen Curven sowohl bei dem so magnetisirten Draht, als bei dem Magnet aus weichem Eisen, in Bezug auf die Bahn des Stroms (d. h. in dem Leitungsdraht) dieselbe. Wenn wir daher die Verstärkung des Funkens von einer eigenthümlichen Vertheilungswirkung des Magnetismus auf den durchgehenden elektrischen Strom ableiten, so wird Alles übereinstimmend. Stellen wir uns z. B. den Magnetismus durch magnetische Curven dar, so haben wir im ersten Fall, je länger der Draht eine desto gröſsere Zahl von magnetischen Curven, welche ihren vertheilenden Einfluſs ausüben können; und die Wirkung in einem Draht von 100 Fuſs Länge wird nahe 100 Mal gröſser seyn, als in einem eben so dicken Draht von nur 1 Fuſs Länge. Der Grund, warum eine Masse weichen Eisens dasselbe bewirkt wie eine Verlängerung des Drahts, wird die seyn, daſs auch sie magnetische Curven in eine vertheilende Thätigkeit versetzt, genau in derselben Richtung, als die um den Draht. Die übrigen Umstände werden, so

weit ich einsehe, auch mit der angenommenen Ursache übereinstimmen.

Dafs die magnetischen Curven des den Strom leitenden Drahts den Charakter dieses Stroms, durch welchen sie entstehen, abändern sollen, kann keine Schwierigkeit erheben, denn dieser Zweig der Wissenschaft zeigt viele solche Fälle. Ampère's Versuch mit einem um seine eigene Axe rotirenden Magnet, und der, bei welchem ich aus den Polen und dem Aequator eines rotirenden Magneten Elektricität gezogen habe, sind Fälle derselben Art.

Schliefslich mufs ich hier noch sagen, dafs ich hierin einige Andeutungen von dem schon in der zweiten Reihe meiner Experimental-Untersuchungen, §. 242, erwähnten [1]) *elektro-tonischen* oder eigenthümlichen Zustande zu erkennen glaube; denn wiewohl ich hier, der Verständlichkeit wegen, von Magnetismus und von magnetischen Curven spreche, so lassen sich auch bei Annahme von Ampère's Theorie vom Magneten alle Wirkungen als Wirkungen einer durch elektrische Ströme erzeugten Vertheilung ansehen. Hier bieten sich noch viele Versuche dar. Ich zweifle z. B. nicht, dafs wenn man eine einfache Kette durch einen langen Draht entladet, einmal für sich, und ein ander Mal, während man in einem zweiten ihm parallelen und sehr nahen, aber ihn nicht berührenden Draht, einen Strom in gleicher Richtung aus einem anderen Elektromotor vorbeileitet, der Funke des ersten Drahts beim Oeffnen der Kette im letzten Falle stärker seyn werde, als im ersten. Dieser Versuch liefse sich leicht mit einem doppelten Schraubendraht anstellen; allein bei meiner gegenwärtigen Entfernung von der Stadt (London) habe ich nicht die Mittel ihn zu unternehmen [2]).

1) Annal. Bd. XXV S. 178.

2) Auch dieser Versuch, bemerkt Hr. Faraday in seinem späteren Zusatz, gelinge nur unter besonderen Umständen, und zwar aus Gründen, die er jetzt anzugeben wisse: es seyen diefs nämlich Erscheinungen der von den Elektricitätsströmen ausgeübten Wirkungen einer Vertheilung, wie sie in der ersten Reihe seiner Experimental-Untersuchung (Annal. Bd. XXV S. 91) beschrieben worden. Hr. F. setzt noch hinzu, er habe diese Erscheinungen weiter verfolgt, und sey dabei zu aufserordentlich merkwürdigen Resultaten gelangt, die er nächstens bekannt zu machen gedenke. *P.*

VIII. *Ueber einen Cyclus von zwölf Zwillingsgesetzen, nach welchen die Krystalle der ein- und eingliedrigen Feldspathgattungen verwachsen; vom Dr. G. E. Kayser.*

(Schluſs von S. 129.)

VI. Eine merkwürdige Zwillingsgruppe, aus drei Individuen bestehend, fand ich in der Bergemann'schen Sammlung unter den Periklinkrystallen von Miask.

1) Die Gruppe ist wie gewöhnlich von weiſser Farbe, in dem Habitus einer dicken, ½ Zoll langen und breiten Tafel, die Tafelflächen durch die Flächen *P* gebildet. Diese Fläche P^{I} (Fig. 8 Taf. II) zeigt sehr deutlich stellenweis die gegen einander stoſsende Streifung, von der ad I. 3. *a* die Rede war. Von der Fläche *x* ist nur eine geringe Spur an diesem Individuo I vorhanden, dagegen sind von Flächen, die zur Bildung des Randes der Tafel beitragen, aus dem Individuo I vorhanden M^{I}, und zwar dasjenige, welches an der freien Stelle mit P^{I} den spitzen Winkel $=86^{\circ}\,41'$ bildet; an M^{I} anliegend nach vorne l^{I} und nach hinten T^{I}, dem recht deutlich ein blättriger Bruch entspricht, und parallel dessen Combinationskante mit *P* die Streifung auf dem letzteren vorherrscht. Von den diesen drei Randflächen parallelen ist wenig deutlich, die Gruppe war mit dieser Stelle aufgewachsen.

2) An dieses ersten Individui unteres *P* (nach der Zeichnung genommen) ist nun ein zweites angewachsen, und zwar nach dem von den HH. Mohs und Naumann für die gewöhnlichen Gruppen des Periklin aufgestellten Gesetz, welches sich auf die lange Diagonale der Fläche *P* bezieht (Vergl. I. 1.). Daſs es dieses Gesetz ist, nach dem beide Individuen verbunden sind, geht aus Folgen-

dem hervor. Die ad I. 4. für das gewöhnliche Gesetz des Periklin aufgestellten Bedingungen *a*, *c*, *d* müssen auch, wie man leicht sieht, von der nach diesem Gesetz gebildeten Gruppe erfüllt werden, und finden sich hier deutlich bestätigt. Was aber die Bedingung *b* betrifft, nach welcher die Zwillingskante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ parallel seyn muſs $\frac{P}{M}$ beider Individuen, so war ich lange zweifelhaft, ob nicht auch diese Gruppe nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin gebildet sey. Zwar findet sich die Zwillingskante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ deutlich geneigt gegen $\frac{P^{I}}{M^{I}}$, und zwar nach ungefährer Messung mit dem Handgoniometer nahe 19°; aber die Fläche *M* des Individui II ist stark gefurcht parallel den Kanten der Säule, und durch diese Furchung konnte eine starke Abweichung von jenem Parallelismus veranlaſst seyn. Indeſs läſst sich durch die bloſse Unvollkommenheit der Flächen die starke Abweichung von 19° nicht erklären, denn bei den Zwillingen, die wirklich nach dem gewöhnlichen Gesetz gebildet sind, erreicht dieselbe auch bei der gröſsten Unvollkommenheit der Flächen *M* wohl kaum 5 bis 6 Grad. Hiezu kommt noch Folgendes. Die Theile der Fläche M^{II}, welche auf den Erhöhungen zwischen den Furchen liegen, sind eben genug und reflectiren gleichzeitig, besonders das Kerzenlicht, recht deutlich, während man von M^{II}, welche vollkommener ausgebildet ist, den Reflex der ganzen Fläche erhält. Hält man nun den Krystall so, daſs M^{I} reflectirt und wendet ihn dann vorsichtig um die Kante $\frac{P^{I}}{M^{I}}$, so erhält man von M^{II} keinen Reflex, wenn man nicht zugleich eine geringe Drehung um die Axe *c* des Individui II macht. Bei den unvollkommensten Zwillingskrystallen, welche nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin gebildet sind, erhält man dage-

gen recht deutlichen Reflex von beiden Flächen M, wenn man das Experiment mit ihnen macht, ohne jene Drehung um c zu machen. Diefs scheint mir hinreichend zu beweisen, dafs die scharf ausgebildete Zwillingskante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ an diesem Zwilling nicht parallel seyn würde der Kante $\frac{P}{M}$. Nun aber erklärt sich die Differenz zwischen dem Winkel von 19° und dem oben (I. 3.) zu 13° 11′ ½ berechneten leicht aus der Unvollkommenheit der Flächen M^{II}; denn die Flächentheile von M^{II}, welche auf den Erhöhungen zwischen den Furchen liegen, halten, wiewohl sie gleichzeitig das Licht reflectiren, unter einander nicht Niveau, sondern werden nach hinten zu niedriger, so dafs hierdurch die hintere Ecke $P^{II} M^{II} l^{II}$ gegen die hintere Ecke $P^{I} M^{I} T^{I}$ stärker zurücktritt, woraus denn, wie man aus der Zeichnung leicht übersieht, für die Kante $\frac{M^{I}}{M^{II}}$ im Ganzen die stärkere Neigung gegen $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ folgen mufs. Nimmt man also alle diese Umstände zusammen, so überzeugt man sich davon, dafs diese Gruppe nach dem Gesetz gebildet ist, welches sich auf die lange Diagonale von P als Zwillingsaxe bezieht.

Dieses zweite Individuum zeigt aufser der genannten einen Fläche M^{II} nichts von den Seitenflächen der Säule; dagegen auf der unteren Seite eine sehr grofse Fläche o, deutlich in der Diagonalzone von x, welche letztere auch sehr grofs vorhanden ist) und in der Kantenzone $\frac{P}{T}$ liegend, nach welcher Kante auch die Fläche o gestreift ist. Dieses o hat durch seine Ausdehnung das darüber liegende T^{II} verdrängt und tritt in der Gruppe mit l^{I} zusammen. Das an o anliegende x reicht ebenfalls bis an das Individuum I und geht da über in dessen Fläche x. Beide sind drusig und uneben.

3) An das untere P des zweiten Individui ist nun ein drittes mit seinem P angewachsen, und zwar so, dafs wiederum der scharfe Winkel von 86° 41′ der Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$ an der freien Stelle, links unten (der Zeichnung Fig. 8 Taf. II) liegt. Von diesem dritten Individuo ist aufser der unteren Fläche P^{III} nur die links liegende Fläche M^{III} sichtbar; diese wird aber von den Flächen T^{III} und l^{III} fortwährend unterbrochen, so dafs dadurch eine treppenartige parallele Furchung entsteht, in der jedoch die Lage der drei Flächen T, M, l durch den Lichtreflex deutlich genug zu unterscheiden ist.

Das Gesetz der Verwachsung dieses dritten Individui läfst sich aus der Gruppe leichter in Bezug auf das erste Individuum finden, und man kann für dasselbe folgende Momente deutlich beobachten:

a) Die Flächen P beider Individuen liegen einander parallel.

b) die untere Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$, wiewohl sie nur stückweis sichtbar ist, mufs der Kante $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ als parallel genommen werden, woraus folgt, dafs auch die Kante $\frac{M^{I}}{M^{III}}$, wenn die Individuen I und III zum Durchschnitt kämen, parallel seyn würde $\frac{P^{I}}{M^{I}}$ oder $\frac{P^{III}}{M^{III}}$.

c) In der unteren (linken) Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$ liegt der scharfe Winkel von 86° 41′.

Aus diesen drei Beobachtungen folgt für die Verwachsung der Individuen I und III das Gesetz, dafs sie gegen die Ebene P selbst symmetrisch liegen, dafs also die Zwillingsaxe die Normale auf dieser Fläche ist. Der Winkel, unter welchem bei diesem Gesetz die Individuen an einander wachsen, ungefähr 126°, bedingt den Habi-

Habitus der Gruppe, und durch diesen ist dieselbe von allen bisher betrachteten leicht zu unterscheiden.

4) Nunmehr findet sich das Gesetz, nach welchem die Individuen II und III in dieser Gruppe verwachsen sind, auf folgende Weise. Alle drei Individuen haben die Fläche P und die lange Diagonale von P parallel. Die Zwillingsaxe für die Gruppe II, III kann also entweder nur die Normale auf P, oder die lange Diagonale, oder eine Senkrechte auf der langen Diagonale von P in P seyn. Nach den beiden ersten Gesetzen sind aber schon resp. die Gruppen I, III und I, II gebildet, also bleibt für die Gruppe II, III die Senkrechte auf der langen Diagonale von P in P die Zwillingsaxe.

VII. 1) Die Gruppen I, III und II, III des im vorigen Abschnitt beschriebenen Drillings liegen, was ihre äufsere Form betrifft, einander so nahe, dafs es erst der geometrischen Construction bedarf, um die Merkmale aufzufinden, durch welche man sich von ihrer Zweierleiheit überzeugt. Ein drittes Gesetz, welches eine, den beiden vorigen sehr ähnliche Gruppe gäbe, wäre das, dessen Zwillingsaxe die kurze Diagonale der Fläche P ist. Für die Annahme dieses Gesetzes, obgleich dasselbe noch nicht beobachtet ist, spricht nicht allein die Analogie, sondern auch ein gewisses krystallonomisches Argument. Die Analogie nämlich, wenn man darauf Rücksicht nimmt, dafs aufser der Senkrechten auf der Axe c in der Axenebene ac die Krystallaxe c selber (wie beim Albit), aufser der Senkrechten auf der Axe b in der Fläche P, die Axe b selber (wie beim Periklin) Zwillingsaxe ist; wenn man diefs berücksichtigt, scheint der analoge Schlufs nahe zu liegen, dafs aufser der Senkrechten auf der kurzen Diagonale von P in der Fläche P auch die kurze Diagonale selbst eine Zwillingsaxe seyn müsse. Das krystallonomische Argument für diese Zwillingsaxe ist dieses: Nimmt man an, dafs in der im vorigen Abschnitt beschriebenen Drillingsgruppe das In-

dividuum II mit dem Individuo I nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklins verbundnn sey, so folgt, was ich hier weiter auseinanderzusetzen übergehen darf, geometrisch, und also krystallonomisch (Vergl. III. 2.), daſs die Individuen II und III nach dem Gesetz verbunden sind, dessen Zwillingsaxe die kurze Diagonale von *P* ist; so daſs es also bloſs der Combination dreier Individuen, wovon zwei Paare nach schon bekannten Gesetzen verbunden sind, bedarf, damit dieses dritte Gesetz für die Verbindung des dritten Paares folge.

2) Nach dem was so eben über die Aehnlichkeit der drei Gruppen, welche nach den erwähnten drei Zwillingsgesetzen gebildet sind, gesagt ist, wird es nunmehr nothwendig, um nicht in leicht zu begehende Irrthümer zu gerathen, daſs man eine Zwillingsgruppe von dem Habitus der Gruppen I, III und II, III (VI. 3. 4.) mit Rücksicht auf die drei aufgestellten Gesetze prüfe. Beim Feldspath selbst kommen bekanntlich ähnliche Zwillinge vor, und man hat bisher das Gesetz, nach dem ihre Individuen verbunden sind, unbedenklich auf die Fläche *P* als Zwillingsfläche, oder auf deren Normale als Zwillingsaxe bezogen. Die nähere Untersuchung dieser Zwillinge in dieser Rücksicht dürfte um so mehr Interesse haben, als sich aus ihnen ein strengeres Argument für oder gegen die Annahme schiefwinkliger Axen beim Feldspath ableiten läſst, als dasjenige ist, welches man bisher aus den Winkeldifferenzen der einfachen Krystalle entlehnte. Zu diesem Zwecke habe ich diese Untersuchung mit in diese Arbeit gezogen, und ich will zunächst die geometrischen Unterschiede dieser Gruppe aus ihrer Construction zu entwickeln suchen und dann zu den Beobachtungen übergehen.

3) Wenn die Axenebenen *bc* und *ac* des Feldspaths rechtwinklig auf einander stehen, so fallen im einfachen Krystall die Senkrechte auf der langen Diagonale in *P* und die kurze Diagonale von *P* zusammen, und die drei Gesetze reduciren sich auf zwei, welche, wie man leicht

[redacted]

übersieht, zwar geometrisch gleiche, aber physikalisch verschiedene Gruppen geben. In derjenigen Gruppe nämlich, für welche die Normale auf P die Zwillingsaxe ist, schneiden sich an der Zwillingsgränze die gleichnamigen Flächen T und l beider Individuen; in der anderen Gruppe aber, für welche die Zwillingsaxe die kurze Diagonale von P ist, schneiden sich die ungleichnamigen Flächen T^{I} mit l^{II} und l^{I} mit T^{II}. In beiden Fällen aber sind die Durchschnittskanten parallel resp. den Kanten $\frac{P}{T}$ und $\frac{P}{l}$ beider Individuen. Da die Zwillingswinkel $\frac{T^{I}}{T^{II}}$, $\frac{l^{I}}{l^{II}}$ der ersten Gruppe resp. gleich $2\frac{P}{T}$ und $2\frac{P}{l}$, und die Zwillingswinkel $\frac{T^{I}}{l^{II}}$, $\frac{l^{I}}{T^{II}}$ der zweiten Gruppe jeder gleich $\frac{P}{l}+\frac{P}{T}$; $\frac{P}{T}$ aber gleich $\frac{P}{l}$, wegen der Rechtwinkligkeit der Axenebenen ac und bc, so folgt, dafs alle vier Zwillingswinkel beider Gruppen einander gleich sind, und über die Verschiedenheit der letzteren entscheidet einzig und allein die Lage des blättrigen Bruchs parallel T.

4) Sind aber die Axenebenen ac und bc schiefwinklig, so geben alle drei Gesetze auch drei geometrisch verschiedene Gruppen, und man kann die Kennzeichen, durch welche diese Gruppen sich von einander unterscheiden werden, mit Hülfe der geometrischen Construction leicht auffinden. Für den gegenwärtigen Zweck, jenes ad 2 angedeutete Argument abzuleiten, reicht es hin, hier nur diejenige Gruppe näher zu betrachten, deren Zwillingsaxe die Normale auf der Fläche P ist. In dieser Gruppe treffen, wie vorhin, an der Gränze einerseits die Flächen T^{I}, T^{II} in den Kanten $\frac{P^{I}}{T^{I}}$, $\frac{P^{II}}{T^{II}}$, andererseits die Flächen l^{I}, l^{II} in den Kanten $\frac{P^{I}}{l^{I}}$, $\frac{P^{II}}{l^{II}}$

auf einander; die Zwillingswinkel $\frac{T^{\text{I}}}{T^{\text{II}}}$, $\frac{l^{\text{I}}}{l^{\text{II}}}$ differiren aber hier um die doppelte Differenz der Winkel $\frac{P}{T}$ und $\frac{P}{l}$, welche doppelte Differenz schon bei einer oberflächlichen Messung kaum der Beobachtung entgehen würde, und mithin als strenges Argument für die Schiefwinkligkeit der Axen des Feldspaths gelten darf. In jeder der beiden Gruppen, welche nach den beiden andern Gesetzen gebildet sind, sind die in Rede stehenden Zwillingswinkel einander gleich, wie man sich leicht überzeugen wird.

5) Dafs das Gesetz, dessen Zwillingsaxe die Normale auf *P* ist, beim Feldspath wirklich vorhanden sey, davon habe ich mich überzeugt aus einem Zwillingsexemplar des gemeinen Feldspaths, welches die Sammlung des Hrn. Dr. Koehler hieselbst enthält. Diese Gruppe, ein Spaltungsstück aus einem Geschiebe hiesiger Gegend, zeichnet sich durch sehr vollkommen blättrigen Bruch parallel den Flächen *T* aus, während die Flächen *l* kaum Spuren von Durchgängen zeigen. Die Individuen sind in den Flächen *P* an einander gewachsen, und die Spaltungsflächen *T* aus beiden treten, zum Beweise, dafs die Gruppe nach diesem Gesetz gebildet ist, an der Zwillingsgränze an einander. Da indessen diese, so wie die anderen Flächen des Stücks nicht die erforderliche Glätte besafsen, so waren Messungen mit dem Reflexionsgoniometer an ihm unmöglich.

Dagegen fand ich in der Bergemann'schen Sammlung einen scharf ausgebildeten mefsbaren Adularzwilling dieser Art, auf einer Druse von gelblich weifsem körnigen Feldspath mit etwas weifsem Glimmer und erdigem Chlorit bedeckt, vom Gotthardt. Die weitere Ausbildung des Krystalls wird man leicht aus der Zeichnung, Fig. 9 Taf. II, übersehen. Die Flächen *P* beider Individuen spiegelten gleichzeitig, und die Flächen *M*, welche, so wie die Flächen *z*, mit Chlorit bedeckt und drusig waren, lagen deutlich

genug im Niveau, wonach das Zwillingsgesetz, nach dem die Gruppe gebildet ist, hieher gehört. Die Entscheidung, welchem von den drei speciellen Gesetzen die Gruppe angehörte, mufste dem Resultat der Messung verbleiben, da ich den blättrigen Bruch parallel T an dem Krystall nicht untersuchen konnte.

Die Winkel, welche ich mafs, waren, nach der Zeichnung genommen: der einspringende zwischen T' und T''', und der ausspringende zwischen l'' und l', bei welchem letzteren ich also über P' und x' wegmessen mufste. Ich darf wegen der aus diesen Messungen zu ziehenden Folgerungen nicht die Umstände übergehen, welche die Messung erschwerten und das Resultat unsicher machten. Da das Bild der Visirlinie wegen der vorliegenden Theile, hier des Individui ″, dort des Individui ′, die Fläche T''' und die Fläche l' nicht traf, wenn der Einfallswinkel zu grofs, d. i. wenn der Krystall von der Visirlinie zu weit entfernt war, so war ich genöthigt, um das Spiegelbild zu erhalten, das Goniometer bis auf 6 Fufs Entfernung den Visirlinien, wozu ich eine Fenstersprosse und eine 5½ Fufs darunter liegende parallele weifse Linie auf schwarzem Grunde wählte, zu nähern. Hr. Professor Hessel hat indefs bewiesen [1]), dafs nicht sowohl von der Entfernung der Visirlinien vom Instrument, als von der Gleichheit des Abstandes der Flächen des Krystalls von der Axe des Instruments und von der Fixirung des Auges die Richtigkeit der Messung abhänge, und ich habe weiter unten den geringen Unterschied angegeben, der aus Messungen in gröfserer Entfernung hervorging.

Für jeden Winkel nahm ich das Mittel aus zwölf Messungen und erhielt so:

für $\frac{T'}{T'''} = 135^\circ\, 26'\, 40''$ u. als gröfste Messungsdifferenz 9′

- $\frac{l'}{l''} = 136\ 22\ 30$ - - - - - 10′

1) Gehler's physikalisches Wörterbuch, neue Auflage, Artikel: Krystallometrie.

Hiernach wäre also im einfachen Krystall:

$$\frac{P}{T}=\begin{cases}67^\circ\ 43'\ 20''\\112\ \ 16\ \ 40\end{cases}$$

$$\frac{P}{l}=\begin{cases}68^\circ\ 11'\ 15''\\111\ \ 48\ \ 45\end{cases}$$

und beider Differenz $=27'\ 55''$.

Nun maſs ich an einem sehr gut ausgebildeten einfachen Krystall, den ich von derselben Druse losgebrochen, in der nämlichen Entfernung diese Winkel, und fand:

für $\frac{P}{T}=112^\circ\ \ 7'\ 15''$, gröſste Differenz $=5'$

- $\frac{P}{l}=111^\circ\ 59'\ 40''$, - - $=6'$

und also ihre Differenz $=7'\ 35''$.

Um zu erfahren, welchen Einfluſs die Nähe der Visirlinien vom Instrument bei der Messung gehabt, maſs ich an demselben Krystall dieselben Winkel bei einer Entfernnng von 16 Fuſs von den Visirlinien, und fand:

für $\frac{P}{T}=112^\circ\ \ 9'\ 45''$, gröſste Differenz $=4'$

- $\frac{P}{l}=111^\circ\ 58'\ 15''$, - - $=4'$

also ihre Differenz $=9'\ 35''$.

An einem zweiten Krystall von dieser Druse, an dem ich dieselben Winkel in derselben Entfernung maſs, erhielt ich den Winkel in $\frac{P}{T}$ um zwei Minuten kleiner, den Winkel $\frac{P}{l}$ aber um keine volle Minute different.

Es ist also die Differenz der gemessenen Zwillingswinkel um mehr als das Doppelte zu groſs gegen diejenige, welche aus den Messungen am einfachen Krystall folgen würde, was in den angeführten, die Messung erschwerenden, Umständen seinen Grund haben mag. Die Differenz der gemessenen Zwillingswinkel überhaupt aber

[redacted]

beweist, dafs das Gesetz, wonach die Gruppe gebildet ist, sich auf die Normale der Fläche *P* bezieht. Jedenfalls mufs diese Differenz auffordern, an Krystallen, die sich besser für die Messung eignen, an solchen, wo die Individuen nur durch Juxtaposition in den Flächen *P* verbunden sind, dieselbe zu wiederholen, um hieraus die Axenneigungen des Feldspaths mit Sicherheit zu bestimmen.

VIII. Zwei recht interessante Zwillingsgruppen der Gattungen Periklin und Oligoklas von resp. vier und sechs nach verschiedenen Gesetzen verwachsenen Individuen beobachtete ich in der Bergemann'schen Sammlung, jene auf einer Druse von sehr schönen Periklinkrystallen von Pfunders, diese auf einer solchen von Oligoklaskrystallen von Arendal.

1) An den Krystallen des Periklin sind die Flächen der verticalen Zone *P*, *x*, wie gewöhnlich, zur unsymmetrischen Säule ausgedehnt, die Flächen der horizontalen Zone *M*, *T*, *l* auch *z* untergeordnet, aufserdem die Flächen *o*, und sehr deutlich eine schärfere hintere Endigungsfläche, vielleicht $r = (a' : \frac{1}{3} c : \infty b)$ beim Feldspath. Neben vielen einfachen Zwillingen, nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin, findet sich nun auf der Druse eine Gruppe von vier Individuen, von welchen die beiden vorherrschenden I und II (Vergl. die Handzeichnung Fig. 10 Taf. II) so mit einander verwachsen sind, dafs die Flächen *P* des einen ungefähr die Lage der Flächen *x* des andern haben. Die Krystalle sind wegen ihrer Gröfse wenig vollkommen ausgebildet, doch läfst sich Folgendes hinreichend scharf beobachten. Wenn man die Gruppe von oben her in der Richtung der Lateralkanten (der horizontalen Zone) ansieht, so erscheinen die beiderseitigen Kanten $\frac{P^{I}}{x^{I}}$, $\frac{P^{II}}{x^{II}}$ parallel oder in einander fallend, mithin haben die Individuen, da zwei Kanten respective in den Axenebenen *bc* beider Individuen liegen, diese Ebene parallel liegend. Betrachtet

man aber die Gruppe in einer auf dieser Ebene senkrechten Richtung, so sind die Kanten $\frac{P^{I}}{x^{I}}$, $\frac{P^{II}}{x^{II}}$ deutlich gegen einander geneigt. Endlich läſst sich beobachten, daſs die Lateralkanten der horizontalen Zone, und also die Axen *c* beider Individuen, einander parallel sind. Aus diesen Beobachtungen folgt, daſs die Zwillingsaxe dieser Gruppe die Axe *c* ist.

Nun aber ist jedes der beiden vorherrschenden Individuen noch mit einem anderen III und IV nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verbunden. Die Flächen der ersteren, besonders M^{I} und M^{II}, werden hierdurch überall unterbrochen von hervorspringenden Theilen der Individuen III und IV (Vergl. I. 3. *b.*), so daſs in den freien Randkanten $\frac{P}{M}$ stückweis bald von dem einen Individuo der stumpfe, bald von dem andern der scharfe Winkel $\frac{P}{M}$ auftritt. Auch auf den Flächen *P* beider vorherrschenden Individuen markirt sich die Verwachsung mit den untergeordneten sehr deutlich durch die doppelte Streifung (Vergl. I. 3. *a.*).

2) Die Oligoklaskrystalle, von bedeutender Gröſse, sind von derjenigen Varietät, welche sowohl im äuſseren Habitus, als in der krystallographischen Ausbildung den Krystallen des gemeinen Feldspaths sehr ähnlich ist (Vergl. II. 2.). In der horizontalen Zone herrschen die Flächen *T*, *M*, *l* vor, *z* und *k* =(a : ∞b : ∞c) sind untergeordnet vorhanden. Am Ende *P* und *x* vorherrschend, untergeordnet die $\frac{5}{3}$fach, und die 3fach schärfere hintere Endigungsfläche, *r* und *y*, und von gepaarten Flächen *n*, *o*, *u* respective aus den Diagonalzonen von *P*, *x* und *y*, alle drei vollzählig, zu beiden Seiten, nicht einzeln, wie sie beim Albit vorzukommen pflegen.

Auſser vielen einfachen Zwillingen nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin und nach dem gewöhnli-

chen Gesetz des Albit, so wie Doppelzwillingen nach beiden Gesetzen zugleich, findet sich die in der Handzeichnung, Fig. 11 Taf. II, dargestellte interessante Gruppe, an der die beiden Hauptindividuen I, II dieselben Beobachtungen zulassen, welche oben für die ähnliche Periklingruppe die Axe *c* als Zwillingsaxe forderten. Wie dort sind nun auch hier beide Individuen I, II wiederum mit zwei anderen III und IV nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verwachsen. Aufserdem aber zeigen die beiden Hauptindividuen sowohl auf den Flächen P^{I}, P^{II}, als auf den Flächen x^{I}, x^{II} deutliche Spuren von Verwachsung respective mit zweien Individuen V und VI nach dem gewöhnlichen Gesetz des Albit. Ganz so wie oben beim Labrador (IV. 2.) kündigt sich diese Verwachsung an durch parallel den schiefen Diagonalen von respective P^{I}, P^{II} und x^{I}, x^{II} eingewachsene lamellare Stücke, deren Flächen P^{V}, P^{VI} und x^{V}, x^{VI} mit den entsprechenden P^{I}, P^{II} und x^{I}, x^{II} der Hauptindividuen stumpf aus- und einspringende Winkel bilden. An einigen Zwillingskrystallen der Druse, wo die Individuen nur nach diesem und dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verbunden sind, wiederholt sich diese lamellare Einwachsung so oft, dafs die Flächen *P* dadurch ein gefurchtes Ansehen bekommen, und diese Furchung verfeinert sich (vergl. Labrador IV. 3.) noch an anderen Krystallen der Druse zur feinsten Schraffirung der Flächen *P* parallel ihren schiefen Diagonalen, und nur beim Kerzenlicht bemerkt man noch durch den abwechselnden Reflex der Lamellen, dafs diese Erscheinung von der Verwachsung unzählig vieler Lamellen zweier Individuen nach dem Albitgesetz herrührt.

IX. Die im Vorigen beschriebenen einzelnen Zwillingsgesetze lassen sich unter sehr merkwürdige allgemeine Gesichtspunkte zusammenfassen, wenn wir mit

den HH. Mohs, Breithaupt, Naumann annehmen, dafs die Axen dieser Krystallsysteme seyen: die Parallele der Säulenkanten gleich der Axe *c*, die Parallele der langen Diagonale der Fläche *P* gleich der Axe *b*, die Parallele der kurzen Diagonale dieser Fläche gleich der Axe *b*.

1) Bei dieser Annahme haben dann die drei Zwillingsgesetze, welche in der ad V behandelten Gruppe von vier oder drei Albitindividuen aufgestellt sind, zu den Axen des Systems folgende Beziehung. Die Zwitlingsaxe des ersten Gesetzes ist die Normale der Axenebene *ac*, des zweiten die Krystallaxe *c* selber, des dritten die Senkrechte auf der Krystallaxe *c* in der Axenebne *ac*; oder wenn wir mit Hrn. Neumann das Symmetrieverhältnifs auf Ebenen beziehen, so hat das erste Gesetz die Axenebene *ac*, das zweite die auf der Krystallaxe *c* normale Ebene, das dritte die der Krystallaxe *c* parallele, auf der Axenebene *ac* senkrechte Ebene zur Zwillingsebene. Jene drei Zwillingsaxen, so wie diese drei Zwillingsebenen stehen senkrecht auf einander. Eine jener Linien ist eine Krystallaxe (*c*), eine dieser Ebenen eine Axenebene des Systems (*ac*), also eine krystallonomische Linie und Ebene, während die beiden anderen Linien und Ebenen die Axen des Systems in irrationalen Verhältnissen schneiden dürften. Endlich alle drei Individuen haben die krystallonomische Ebene (*ac*) gemein, der, zwei der Zwillingsaxen (*c* und ihre Normale in *ac*) parallel, die dritte senkrecht liegt.

2) Ganz in denselben Beziehungen mit dem Axensystem stehen die drei Gesetze, welche in der ad VI beschriebenen Gruppe von drei Periklinindividuen stattfinden. Die Zwillingsaxe des ersten ist die Normale der Axenebene *ab*, des zweiten die Krystallaxe *b* selber, des dritten die Senkrechte auf der Krystallaxe *b* in der Axenebene *ab*; oder, wenn man das Symmetrieverhältnifs auf Ebenen bezieht, so hat das erste Gesetz die Axenebene

ab, das zweite die auf der Krystallaxe b senkrechte Ebene, das dritte die der Krystallaxe b parallele, auf der Axenebene ab senkrechte Ebene als Zwillingsebene. Jene drei Zwillingsaxen, so wie diese drei Zwillingsebenen, stehen auf einander senkrecht. Eine jener Linien ist eine Krystallaxe (b), eine dieser Ebenen eine Axenebene des Systems (ab), also eine krystallonomische Linie und Ebene, während die beiden andern Linien und Ebenen die Axen des Systems wiederum in irrationalen Verhältnissen schneiden dürften. Endlich alle drei Individuen haben die krystallonomische Ebene (ab) gemein, der, zwei der Zwillingsaxen (b und ihre Normale in ab) parallel, die dritte senkrecht liegt.

3) Aus diesen beiden Gruppen lassen sich diese Folgerungen ziehen. Unter den sechs Zwillingsebenen, auf welche die genannten sechs Gesetze bezogen werden müssen, befinden sich nur zwei krystallonomische, die Axenebenen ac und ab, Wenn nun das Wesen des Zwillings nicht blofs in der symmetrischen Stellung der Individuen besteht, gleichviel mit welcher Fläche oder Ebene dieselben an einander wachsen, sondern wenn die Natur selbst eine bestimmte Ebene gleichsam bevorzugt hätte, von der aus sich die Individuen symmetrisch ausbildeten, so scheinen diese beiden Gruppen zu zeigen, dafs es jedesmal die krystallonomische Zwillingsebene, welche in den drei Individuen der beiden Gruppen parallel liegt, seyn müsse, mit welcher je zwei der Individuen nach diesen sechs Gesetzen an einander wachsen, und dafs dagegen die vier unkrystallonomischen Zwillingsebenen, wiewohl ebenfalls eine jede je zweien Individuen der Gruppe parallel liegt, nicht als solche Aneinanderwachsungsebenen auftreten können. Ferner:

4) Die drei Gesetze, nach welchen je eine dieser beiden Gruppen gebildet ist, stehen in solcher Beziehung zu einander, dafs, wenn ein Individuum mit zweien anderen nach zweien dieser Gesetze verwächst, für die Ver-

wachsung des zweiten und dritten dieser Individuen das dritte Gesetz geometrisch folgt. Die Demonstration dieses allgemeinen Satzes, welche für einen besonderen Fall ad VII. 1. gegeben wurde, folgt auf ganz analoge Weise allgemein.

Wenn daher z. B. an das eine Individuum *A* einer Gruppe von zweien *AB*, die nach dem gewöhnlichen Periklingesetz verbunden sind, ein drittes *C* nach dem Gesetz anwächst, welches sich auf die Normale der Axenebene *ab* bezieht, so folgt für die Verwachsung von *B* und *C* das Gesetz, welches sich auf die Axe *a* bezieht (vergl. VII. 1.). Verbindet sich dieses Individunm *C* nach diesem dritten Gesetz mit einem zweiten *A*, welches schon mit einem dritten *B* nach dem gewöhnlichen Albitgesetz verwachsen ist, so ist das Gesetz der Verwachsung der Individuen *C* und *B* dasjenige, welches die Senkrechte auf *a* in der Axenebene *ac* zur Zwillingsaxe hat etc. — Diese beiden letzteren Gesetze, deren Zwillingsaxen sind: die Krystallaxe *a* und ihre Senkrechte in der Axenebene *ac*, sind mithin so gut als durch die Beobachtung verbürgt anzunehmen, da es ja nur der Combination bekannter und so häufig vorkommender Zwillingsgesetze bedarf, aus welchen sie direct folgen.

X. 1) Stellt man also diese beiden Gesetze mit denen durch die Beobachtung wirklich verbürgten in Eine Kategorie, so lassen sich dann die sämmtlichen Zwillingsgesetze unter folgende drei Abtheilungen bringen, von denen die erste *A* diejenigen Gesetze enthält, welche die Axen des Systems, die zweite *B* diejenigen, welche die Normalen auf den Axenebenen, und die dritte *C* diejenigen, welche die Senkrechten auf den Krystallaxen in den respectiven Axenebenen als Zwillingsaxen haben.

A.

1) Zwillingsaxe parallel der Krystallaxe *c*.

In den Gruppen von drei und vier Individuen

des Albit (V. 2. und 3.), des Periklin (VIII. 1.) des Oligoklas (VIII. 2.), des Labrador (IV. 2.).

2) Zwillingsaxe parallel der Krystallaxe *b*.
Beim Periklin (VI. 2.).

3) Zwillingsaxe parallel der Krystallaxe *a*.
Vergl. IX. 4. und VII. 1.

B.

4) Zwillingsaxe normal der Axenebene *ca*.
Beim Albit (V. 2.), Periklin (III. 1.), Oligoklas (III. 1. und VIII. 2.), Labrador (IV. 2.) und beim Anorthit.

5) Zwillingsaxe normal der Axenebene *ab*.
Beim Periklin (VI. 3.).

C.

6) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *c* in der Axenebene *ac*.
In den Gruppen von drei und vier Individuen des Albit (V. 2.), Periklin (VIII. 1.), Oligoklas (VIII. 2.), Labrador (IV. 2.).

7) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *a* in der Axenebene *ac*.
Vergl. IX. 4.

8) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *b* in der Axenebene *ab*.
Beim Periklin (VI. 4.).

9) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *a* in der Axenebene *ab*.
Beim Periklin (I. 4.), Oligoklas (II. 1. und VIII. 2.), Labrador (IV. 2.).

2) Dieselbe nahe Beziehung, welche die Zwillingsgesetze 1, 3, 4, 6, 7 zur Axenebene *ac* haben, dieselbe haben auch die Zwillingsgesetze 2, 3, 5, 8, 9 zur Axenebene *ab*, das Zwillingsgesetz 3, welches beiden Reihen angehört, knüpft die eine an die andere. — Betrachtet man aber so den Zusammenhang dieser Gesetze, so ver-

mifst man in der obigen Aufstellung drei noch nicht beobachtete Gesetze, welche mit den Gesetzen 1 und 2 zusammen eine den beiden vorigen ähnliche Reihe bilden würden, welche dieselbe Relation zu der Axenebene *bc* hätte, als jene beiden zu *ac* und *ab*, und wiederum würde in dieser Reihe das Gesetz 1 dasjenige seyn, welches dieselbe mit der ersten, das Gesetz 2 dasjenige, welches sie mit der zweiten Reihe verbände. Diese drei fehlenden Gesetze sind folgende:

10) Zwillingsaxe normal der Axenebene *bc*.
Zur Abtheilung *B* gehörig.

11) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *c* in der Axenebene *bc*.

12) Zwillingsaxe senkrecht auf der Krystallaxe *b* in der Axenebene *bc*.
Beide zur Abtheilung *C* gehörig.

3) Wäre nur eins dieser drei Gesetze beobachtet, so wäre damit die Existenz der beiden andern auf dieselbe Weise nachgewiesen, als die der Gesetze 3 und 7 (IX. 4.). Denn wenn von drei Individuen *ABC* *A* mit *B* verbunden ist nach dem Gesetz 10, und mit *C* verbunden ist nach dem Gesetz 1, so folgt, dafs *C* mit *B* verbunden ist nach dem Gesetz 11. Ist aber das Individuum *A* mit *C* verbunden nach dem Gesetz 2, während *A* mit *B* nach dem Gesetz 10 verbunden ist, so folgt, dafs *B* mit *C* nach dem Gesetz 12 verbunden ist; und so folgt für jedes der drei Gesetze 10, 11, 12, welches man als bekannt setzt und mit einem anderen bekannten combinirt, eins der beiden übrigen. — Für die Beobachtung dieser drei Gesetze darf vielleicht das als leitender Fingerzeig dienen, was oben ad IX. 3. aufgestellt wurde. Wenn nämlich für die Gesetze der Reihe 1, 3, 4, 6, 7 die Aneinanderwachsungsebene der Individuen die Axenebene *ac*, und für die Gesetze der Reihe 2, 3, 5, 8, 9 die Aneinanderwachsungsebene die Axenebene *ab* ist, so darf man erwarten, dafs für die Gesetze

der Reihe 1, 2, 10, 11, 12 die Aneinanderwachsungsebene die Axenebene *bc* seyn werde; ferner, dafs von den drei Gesetzen 1, 2, 3, von denen je zwei Verbindungsglieder sind einer der Reihen mit den beiden andern, jedes auch zwei Ebenen als Aneinanderwachsungsebenen haben werde, nämlich die beiden, welche den durch dasselbe verbundenen Reihen angehören.

IX. *Versuche über Stärkmehl und Stärkmehlzucker; von C. Brunner.*

Seit vielen Jahren wird die Entdeckung Kirchhoff's, dafs das Stärkmehl durch Behandlung mit verdünnten Säuren sich in Zucker verwandeln lasse, technisch benutzt. Dennoch besitzt die Wissenschaft keine genügende Erklärung dieser merkwürdigen Umänderung. Mehrere Chemiker haben zwar, besonders zu der Zeit da diese Erfahrung neu war, Versuche angestellt, um hierüber Aufschlufs zu erhalten; allein es boten sich dabei Schwierigkeiten dar, welche bei dem damaligen Zustande der Wissenschaft nicht leicht überwunden werden konnten. Man fand hier bald, dafs weder Gas aus der Atmosphäre aufgenommen, noch welches entwickelt, so wie auch, dafs die angewandte Säure nicht zerstört werde, und zog daraus den Schlufs, dafs die Umänderung auf gegenseitigem Austausch oder Umsetzung der Bestandtheile des Stärkmehls und des Wassers beruhen müsse. Allein, um diese genau zu kennen, war es erforderlich, sowohl die Menge des aus einer gegebenen Quantität Stärkmehls enstehenden Zuckers, als die Zusammensetzung beider zu bestimmen. Saussure [1]), welcher diese Untersuchung anstellte, schlofs aus seinen Beobachtungen, dafs das Stärk-

1) *Bibl. britannique*, *LVI p.* 333.

mehl hiebei eine gewisse Menge Wassers aufnehme. Er hatte gefunden, dafs dasselbe bei dieser Umwandlung ungefähr 10 Procent an Gewicht zunehme, welche Zunahme er den von demselben aufgenommenen Wasserbestandtheilen zuschrieb.

Berechnet man indessen die in Saussure's Versuchen aufgefundenen Mengenbestimmungen, so findet man, dafs seine Erklärung mit den Versuchen nicht übereinstimmt; denn wenn auch die Menge von Sauerstoff und Wasserstoff, welche das Stärkmehl aufnimmt, dem relativen Verhältnisse der Wasserelemente nahe kommt, so ergiebt sich dagegen, bei der Vergleichung der Analyse von 100 Theilen Stärkmehl mit derjenigen der daraus entstehenden Menge von Zucker, ein Mangel von 4,32 Kohlenstoff. Es mufs daher entweder die Analyse oder der aus ihr gezogene Schlufs unrichtig seyn.

Diese Erklärung Saussure's ist gleichwohl seither in fast alle chemischen Lehrbücher, obgleich in die neuesten, von Thénard, Berzelius u. a. mit einigem Zweifel, aufgenommen worden.

Vor einiger Zeit wurde diese Theorie von Couverchel [1]) bestritten, welcher gefunden haben will, dafs die Menge des entstehenden Zuckers immer geringer sey, als diejenige des angewandten Stärkmehls. Er ersetzte daher die Erklärung, welche Saussure gegeben hatte, welche er von der durch Röstung bewirkten Verwandlung des Stärkmehls in Gummi ableitete. Da nämlich, so lautet seine Theorie, das Gummi ein zwischen dem Stärkmehl und dem Zucker in der Mitte stehendes Product sey, und, nach seinen Versuchen, durch das Rösten des Stärkmehls aus diesem durch Entfernung von Wasserbestandtheilen entstehe; bei der Zuckerbildung nach Kirchhoff's Methode ebenfalls zuerst Gummi gebildet werde, und erst aus diesem durch länger fortgesetzte Einwir-

1) *Journal de Pharmacie, VII p.* 266.

wirkung der Zucker, so sey wahrscheinlich diese letztere Veränderung als eine weitere Fortsetzung des Gummibildungsprocesses anzusehen. Zur Unterstützung dieser Erklärung führt er die von Thomson [1]) angegebene Analyse des Stärkmehls und des Zuckers an; begeht aber dabei den nicht geringen Verstofs, die Zusammensetzung des Rohrzuckers zu nehmen, welche freilich zu seiner Theorie besser pafst.

Aehnliche Ansichten hat Kölle [2]) ausgesprochen. Er erklärt die Verwandlung des Stärkmehls in Zucker für einen Verkohlungsprocefs.

Auch Guérin [3]) will beobachtet haben, dafs die Menge des Stärkzuckers immer geringer sey, als diejenige des dazu angewandten Stärkmehls, und schreibt den Irrthum Saussure's einem in dem analysirten Stärkzukker befindlichen Wassergehalte zu. Wie er die Menge des wasserfreien Stärkzuckers bei seinen Versuchen bestimmte, ist nicht angegeben.

In den neuesten Zeiten sind mehrere Untersuchungen über die Natur des Stärkmehls und seine mannigfaltigen Umbildungen angestellt worden. Nachdem Raspail [4]) gezeigt hatte, dafs sich dasselbe unter dem Mikroskop als ein zusammengesetzter Organismus darstelle, und Guibort [5]) gelehrt hatte, durch Reiben die von Raspail beobachteten Bläschen zu zerreifsen, und nachher durch kaltes Wasser die darin enthaltene Substanz aufzulösen, hat man auch wirklich verschiedene Producte daraus erhalten. Es wäre zu weitläuftig hier alle die, besonders von französischen Chemikern, hierüber gelieferten Angaben, die denn doch noch zum Theil

1) Thomson, *Système de chimie, trad. par* Riffault, *IV p.* 48.

2) Proteus, I p. 306.

3) *Journ. de chim. méd. Septb.* 1833 (Schweigg. Journ. LXIX S. 125.)

4) *Annales des sciences naturelles, VI p.* 384.

5) *Annales de chimie et de phys. XL p.* 183.

näherer Untersuchung bedürfen, durchzugehen [1]). Ich erwähne nur noch im besonderen der Arbeit von Biot und Persoz [2]). Diese Naturforscher untersuchten das optische Verhalten der dem Zuckerbildungsprocefs unterworfenen Stärkmehlauflösung in den verschiedenen Epochen der Operation. Sie fanden, dafs dieselbe, sobald sie eine dünnflüssige Consistenz annimmt, und nun statt Stärkmehl Gummi enthält, eine Rotation der Polarisationsebene nach der Rechten des Beobachters zeige. Von diesem Umstande leiteten sie für dieses Gummi die Benennung *Dextrin* ab. Bei dem Uebergange desselben in den eigentlichen Stärkzucker im ferneren Verlauf der Operation fanden sie, dafs diese Eigenschaft wieder abnehme. Eine Erklärung des chemischen Theiles dieses Umbildungsprocesses gaben sie jedoch nicht.

Aus allen diesen Arbeiten scheint mir hervorzugehen, dafs sowohl die Bildung, als die Zusammensetzung des Stärkzuckers noch nicht gehörig beleuchtet sey, und sowohl in practischer, als in theoretischer Rücksicht verdiene näher untersucht zu werden. Auf der einen Seite stehen einander die Ansichten Saussure's und Couverchel's geradezu entgegen, andererseits konnte man möglicherweise an eine isomerische Beschaffenheit dieses Products mit dem Rohrzucker oder auch mit dem Stärkmehl denken, obgleich auch wieder aus anderen Gründen zu erwarten war, dafs die Zusammensetzung desselben sich durch ein einfacheres Atomverhältnifs werde ausdrücken lassen, als diejenige des Rohrzuckers. Vielleicht sind die nun mitzutheilenden Versuche geeignet auf diese Fragen einiges Licht zu verbreiten.

Der sicherste Weg, zu einem bestimmten Resultate zu gelangen, schien mir zunächst der von Saussure eingeschlagene zu seyn. Es ist nämlich klar, dafs durch die Uebereinstimmung der Analysen des Stärkmehls und

1) Vergl. die seitdem erschienene Arbeit von Fritzsche. Ann. Bd. XXXII S. 129. *P.*

2) *Annales de chimie et de phys. LII p.* 72. (Ann. 32 S. 160.)

des Stärkzuckers, mit Berechnung der aus einer gegebenen Menge des ersteren erhaltenen Quantität des letzteren, die Veränderung auf zwei verschiedenen Wegen beleuchtet werden kann, die einander zur Bestätigung dienen müssen.

Obgleich die Zusammensetzung des Stärkmehls bereits öfter untersucht worden, so hielt ich es doch nicht für überflüssig diese Untersuchung zu wiederholen, zumal die bereits bekannten Angaben nicht übereinstimmen. Folgendes ist die Zusammenstelluug derselben:

	Gay-Luss. u. Thénard[1]).	Saussure[2]).	Berzelius[3]).	Prout[4]).	Marcet[5]).	Ure[6]).	Guér.[7]).
K.	43,55	45,39	44,250	42,8	42,7	38,55	43,91
W.	6,77	5,90	6,674	57,2 (W. + S.)	6,6	6,13	6,12
S.	49,68	48,31	49,076		49,7	55,32	49,97
St.		0,40					

Die Ursache der Abweichung dieser Angaben mag wohl zum Theil auf der wirklichen Verschiedenheit der angewandten Proben, wahrscheinlich doch noch mehr in der Verschiedenheit der Methoden begründet seyn. Auf jeden Fall wird aber in Rücksicht auf die Verwandlung in Stärkzucker nur eine Analyse der hiezu zu verwendenden Sorte in Betrachtung gezogen werden können.

Analysen von Stärkzucker besitzen wir, so viel ich weifs, nur zwei. Saussure[8]) bestimmte seine Zusammensetzung, bei 11° C. getrocknet, zu:

1) *Recherches phys. chim. II p.* 291. Bei +100° getrocknet.
2) *Bibl. britannique, LVI p.* 340. Bei +100° getrocknet.
3) Lehrb. III S. 308. — Kartoffelstärke bei +100° getrocknet.
4) *Philos. trans.* 1827, *II p.* 376. — Waizenstärke bei +100° getrocknet.
5) *Annales de chimie et de phys. XXXVI p.* 30.
6) Ebendaselbst, *XXIII p.* 384. Wie es scheint nicht besonders ausgetrocknet.
7) *Journ. de chim. méd. Sept.* 1833. (Schweigg. Journal, LIX S. 124.)
8) *Bibl. brit. LVI p.* 341.

K.	37,29
W.	6,84
S.	55,87.

Den Traubenzucker, bei 100° C. getrocknet, fand er zusammengesetzt aus:

K.	36,71
W.	6,78
S.	56,51.

Prout [1]) analysirte Stärkzucker, welcher während mehren Tagen neben Schwefelsäure unter einem Recipienten gelegen hatte. Er fand denselben zusammengesetzt aus:

Kohle	36,2
Wasser	63,8.

Er erklärt ihn geradezu für identisch mit dem Honigzukker, Traubenzucker und Harnruhrzucker. Bei 100° verliere er schnell 3 Proc. Wasser, und nach 30 Stunden, dieser Temperatur ausgesetzt, über 10 Proc., wobei jedoch schon Zersetzung eintrete.

Ich wiederholte nun zuerst die Analyse des Stärkmehls. Es diente hiezu, wie zu allen späteren Operationen, sorgfältig bereitetes und vollkommen weifses Kartoffelstärkmehl, welches zum Ueberflusse noch mit kalihaltigem, zuletzt mit reinem Wasser gewaschen worden war. Es wurde auf einem geheizten Stubenofen neben Schwefelsäure so lange getrocknet, bis dafs dasselbe enthaltende Schälchen, kalt gewogen, keine Abnahme mehr zeigte. Alsdann mengte ich die zu einem Versuche erforderliche Menge, so nahe als möglich bei 0,2 Grm., mit ungefähr 10 Grm. Quarzpulver, und verbrannte sie in einem Strome von Sauerstoffgas, wozu ich mich der vor einiger Zeit beschriebenen Methode bediente. Da die Erfahrung mich bei ihrer Anwendung einige Verbesserungen gelehrt hat, so will ich dieselben, mit Hinweisung auf jene frühere Beschreibung [2]), hier mittheilen.

1) *Phil. trans.* 1827, *II p.* 373.

2) Annalen, XXVI S. 497.

1) Ich finde es sehr vortheilhaft zur Verbrennung etwas weite Glasröhren anzuwenden. Ein innerer Durchmesser von 4 Pariser Linien scheint am besten zu entsprechen. Dadurch wird der Vortheil erlangt, dafs das Gemenge von Quarz und der zu verbrennenden Substanz weniger gehäuft und dem durchströmenden Sauerstoffgas leichter zugänglich ist. Als Verhältnifs der anzuwendenden Menge von Quarz ist in den meisten Fällen auf 0,2 der zu analysirenden Substanz 6 bis 10 Grm. das schicklichste. Dieses richtet sich jedoch nach der Natur der Substanz, und mufs für jede durch einen vorläufigen Versuch bestimmt werden.

2) Zur Bestimmung der Kohlensäure hatte ich früherhin die von Berzelius angegebene Methode benutzt. Die Besorgnifs, dafs durch das überschüssig durchströmende Sauerstoffgas Wasser weggeführt werden möchte, hielt mich ab Liebig's Absorptionsgefäfs anzuwenden. Seither habe ich jedoch dasselbe so eingerichtet, dafs dieses Hindernifs vollkommen gehoben ist, und bediene mich desselben mit vielem Vortheile. Der untere Theil desselben, ganz von der Gestalt wie sie Liebig angab, *ab* (Fig. 11 Taf. III) enthält concentrirte Aetzkalilauge, die Röhre *cd* ist mit Aetzkalistückchen angefüllt, welche durch die Verengerung in *c* vor dem Herunterfallen gesichert sind. Bei *e* wird das mit Chlorcalcium gefüllte Röhrchen *fg* angesetzt, welches in die Kugel *g* den Schnabel der Verbrennungsröhre aufnimmt. Durch langsames Hindurchleiten eines Volums atmosphärischer Luft, welches der zu einem Verbrennungsversuche erforderlichen Sauerstoffgasmenge gleich war, überzeugte ich mich, dafs der genau tarirte Apparat *de* nicht die geringste Gewichtsveränderung erlitt.

3) Die Verbrennungsröhre kann, wenn sie von gutem (Kali-) Glase ist, oft zu vielen Versuchen dienen, indem man jedesmal vorn einen neuen Schnabel anschmelzt. Nur hüte man sich, sie durch Reiben mit einem Drahte von etwa anhängendem Quarzpulver zu reinigen, indem

dadurch in dem Glase kleine Risse entstehen, die bei nachherigem Erhitzen das Zerreifsen desselben zur Folge haben. Am besten reinigt man sie durch blofses Ausspülen mit Wasser, oder, wenn man eine Bleioxydverbindung angewendet hatte, mit Kalilauge. Erst wenn aller Quarz herausgeschafft ist, welches gewöhnlich ganz leicht geschieht, kann sie mit einem umwickelten Drahte ausgewischt werden.

Ich kehre nun zu der Analyse des Stärkmehls zurück. Die Resultate dreier Versuche waren folgende:

	I.	II.	III.	Mittel.
Kohlenstoff	44,373	44,672	43,242	44,095
Wasserstoff	6,316	6,360	6,756	6,477
Sauerstoff	49,311	48,968	50,002	49,428

Es wurde nun von dem nämlichen Stärkmehl eine hinlängliche Probe in Zucker verwandelt. 80 Theile desselben im lufttrocknen Zustande gewogen, wurden mit ungefähr 160 Th. Wasser angerührt und in eine kochende Mischung von 160 Th. Wasser und 4 Th. Schwefelsäure langsam eingetragen, so dafs nie ein Coaguliren entstand, sondern die eingetragene Portion sich sogleich klar auflöste. Sogleich nach dem Eintragen wurde eine kleine Probe der Flüssigkeit mit kohlensaurem Baryt gesättigt und von dem schwefelsauren Baryt abfiltrirt. Sie gab nun, mit Jodkalium und einem Tropfen rauchender Salpetersäure vermischt, deutlich die blaue Färbung, welche dem Stärkmehl durch Einwirkung des Jods zukommt. Nach zwei Stunden lang fortgesetztem Kochen der Mischung in einem Kolben, und der Vorsicht, dafs nur der Boden desselben erhitzt werden konnte, zeigte die Flüssigkeit immer noch, wie anfangs, eine geringe Trübung. Da diese sich nicht zu vermindern schien, so filtrirte ich die Flüssigkeit. Auf dem Filtrum blieb eine sehr geringe Menge einer gallertartigen Masse, welche, nach dem Auswaschen, sich in Kalilauge schwer auflöste; die Auflö-

sung gab, mit Salzsäure gesättigt, bei gelindem Erwärmen einen flockigen Niederschlag, mit Jodkalium und rauchender Salpetersäure versetzt, entstand eine deutliche Färbung, wie von Stärkmehl. Die Menge dieser Substanz betrug sehr wenig, und konnte nicht bestimmt werden.

Die filtrirte Hauptflüssigkeit schien kein Stärkmehl mehr zu enthalten. Eine Probe derselben gab, nach der Sättigung mit kohlensaurem Baryt, mit Jodkalium und Salpetersäure versetzt, eine blutrothe Färbung, genau so wie eine Gegenprobe von eigentlichem Stärkgummi. Die Flüssigkeit wurde nun noch sieben Stunden lang anhaltend gekocht unter Ersetzen des verdunstenden Wassers. Jetzt gab eine Probe derselben mit Alkohol keine merkliche Trübung, eine andere mit kohlensaurem Baryt gesättigt, filtrirt, und mit Jodkalium und Salpetersäure vermischt, erhielt dadurch eine weingelbe Färbung, gleich einer eben so behandelten Gegenprobe von Stärkzucker. Die Flüssigkeit wurde nun noch warm mit kohlensaurem Baryt gesättigt, wobei sich ein geringer Schaum wie von Pflanzeneiweifs absonderte, der durch das Filtrum zugleich mit dem kohlensauren Baryt aus der Flüssigkeit entfernt wurde. Diese mit Knochenkohle von der schwach weingelben Farbe befreit und zur Syrupconsistenz verdampft, gab nach einigen Tagen körnige Krystalle, und verwandelte sich zuletzt ganz in körnig krystallinischen Zucker.

Um nun die Menge des erhaltenen Zuckers mit derjenigen des verwandten Stärkmehls vergleichen zu können, wiederholte ich diese Bereitung mehrere Male auf die oben beschriebene Art. Das Stärkmehl wurde genau gewogen, und zugleich eine besondere Probe desselben, welche hierauf unter der Luftpumpe vollständig ausgetrocknet wurde, und durch ihre dabei erlittene Gewichtsabnahme die wahre Menge des zur Zuckerbereitung verwandten Stärkmehls im trocknen Zustande be-

rechnen liefs. Die erhaltene Menge des Stärkzuckers wurde dadurch bestimmt, dafs von der erhaltenen krystallisirten Masse eine gewogene Probe in Wasser gelöst und mit Holzkohlenpulver eingetrocknet wurde, wie ich es frührr (Bd. XXVI) beschrieben habe. Hiedurch wurden folgende Resultate erhalten:

100 Stärkmehl gaben	106,82	trocknen Zucker
	108,30	
	106,239	
	106,711	
im Durchschnitt	107,01.	

Man könnte sich veranlafst finden, um die Zusammensetzung des Stärkzuckers zu erfahren, aus diesem Ergebnisse und der vorhergegangenen Analyse des Stärkmehls dieselbe durch Berechnung abzuleiten. Dieses setzte jedoch voraus, dafs das Stärkmehl vollkommen frei von Pflanzeneiweifs, und dafs die angewandte Bestimmungsmethode der Menge des erhaltenen Stärkzuckers hinlänglich scharf wäre, um höchstens 1 Proc. Beobachtungsfehler zu geben. Bei öfterer Wiederholung überzeugte ich mich jedoch, dafs dieses sich nicht so verhält, und da bei allen analytischen Methoden jeder Fehler der Analyse auf den Sauerstoff, der nur als Rest bestimmt wird, zurückfällt, so ist der immer mögliche Irrthum viel zu grofs. Es kann daher jenes Ergebnifs über die Menge des producirten Zuckers nur als ein annäherndes und etwa in praktischer Rücksicht brauchbares betrachtet werden.

Zur directen Analyse des Stärkzuckers suchte ich zunächst denselben, durch Behandlung in mäfsiger Wärme, in durch Schwefelsäure getrockneter Luft auf einen constanten Grad von Trockenheit zu bringen. Allein mehrere Analysen mit solchergestalt getrockneten Proben angestellt, gaben Resultate, welche zwar bei Anwendung der nämlichen Probe genau zusammenstimmten, bei verschiedenen aber zu sehr von einander abwichen, um ei-

nen bestimmten Schlufs zu gestatten. Das Nämliche zeigte sich, als ich Strärkzucker analysirte, dessen Feuchtigkeitsgrad durch Austrocknung mit Kohlenpulver bestimmt worden war.

Ich war bereits Willens diese Untersuchung aufzugeben, als mir die Beobachtung Calloud's [1]) einfiel, welcher gefunden hatte, dafs der Harnzucker mit Kochsalz eine krystallisirbare Verbindung eingeht. Da die meisten neuen Schriftsteller diesen Zucker mit dem Stärkzucker für identisch halten, so versuchte ich diese Verbindung zu erhalten, um daraus sowohl eine procentische Analyse, als ein Atomverhältnifs für den Stärkzucker abzuleiten. Calloud fand dieselbe aus 8,3 Kochsalz und 91,7 Harnzucker bestehend. Aus Traubenzucker erhielt er eine der Form nach ganz ähnliche Verbindung, welche bei der Analyse 30 Kochsalz auf 90 Traubenzukker gab.

Nach einigen Versuchen gelang es mir diese Verbindung zu erhalten. Löst man nämlich in einer mäfsig concentrirten wäfsrigen Auflösung von Stärkzucker Kochsalz bis zur Sättigung auf, und unterwirft die Auflösung der Verdunstung bei gewöhnlicher oder nur sehr wenig erhöhter Temperatur, so scheidet sich anfangs blofs Kochsalz aus. Bei fortgesetztem Abdampfen entstehen auf dem Boden der Schale Krystalle, die sich sowohl durch ihre Gestalt, als durch ihre gröfsere Härte leicht von den Kochsalzkrystallen unterscheiden lassen. Durch Umkrystallisiren erhält man dieselben leicht vollkommen rein und frei von eingemengtem Kochsalz.

Ihre Gestalt ist eine 6seitige Doppelpyramide:

horizontale Axe: Hauptaxe	1 : 1,83
Polkante	126° 16′
Mittelkante	128 40 [2]).

1) *Journal de pharmacie*, *XI p.* 562.

2) Diese Messung verdanke ich Hrn. Studer. Dieselbe stimmt mit der von Marx (Schweigg. Journ. LII S. 475) angegebe-

[redacted]

Sie waren vollkommen farblos, hart, ließen sich jedoch leicht zu Pulver reiben. Der Geschmack war ganz derjenige von Zucker mit Kochsalz gemischt. Nachdem sie zerrieben und durch Pressen zwischen Papier von der anhängenden Mutterlauge so gut als möglich befreit waren, verloren sie beim Trocknen auf warmem Sande unter der Luftpumpe nur ein Unmerkliches an Gewicht, ohne Zweifel noch anhängende Feuchtigkeit. In Wasser lösten sich die Krystalle desselben leicht auf, dagegen äufserst schwer in Alkohol von 96 Proc. [1]).

Die Zusammensetzung der Verbindung wurde dadurch bestimmt, dafs vollkommen getrocknete Proben der fein zerriebenen Krystalle von 1 bis 2 Grm. auf einem Platinschälchen über der Weingeistlampe verbrannt wurden. Die erhaltene Kohle mit Wasser ausgezogen, diese Auflösung filtrirt, zur Trockne verdampft, gab als Rückstand das Kochsalz, welches vorsichtig zum anfangenden Glühen erhitzt und nach dem Erkalten gewogen wurde. Auf solche Art wurden aus 100 Th. der Verbindung folgende Mengen von Kochsalz erhalten:

I.	13,484
II.	13,560
III.	13,786
IV.	13,490
V.	13,443
Mittel	13,552.

Zu den drei ersten Analysen dienten Proben von der nämlichen Bereitung, IV und V wurden mit zwei besonders bereiteten Krystallisationen erhalten [2]).

nen sehr nahe zusammen. Marx hatte die Verbindung aus Rosinen bereitet.

1) Hierin stimmt meine Erfahrung mit der Angabe Calloud's nicht überein, welcher seine Krystalle als leicht auflöslich im wasserfreien Alkohol angiebt.

2) Calloud fand in den aus Harnzucker bereiteten Krystallen:

Zucker	91,7
Kochsalz	8,3.

Es wurden nun mehrere Analysen dieser Verbin-
ng durch Verbrennen derselben in Sauerstoffgas, un-
r Anwendung der oben beschriebenen Methode, ge-
acht. Zu jeder Operation wurde 0,2 bis 0,25 der trock-
n Verbindung genommen, und 10 bis 12 Grm. Quarz [1]).
ieselbe wurde so lange fortgesetzt, bis der Quarz wie-
er vollkommen weifs erschien. Folgendes sind die er-
altenen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff aus
iner Quantität der Verbindung, welche 100 Th. Stärk-
uckers entspricht:

K.	39,920	40,395	40,632	40,027	40,586	40,640	41,039	40,556	40,274
W.	6,827	6,729	6,785	6,719	6,866	6,282	6,554	6,700	6,925

Mittel:	K.	40,452
	W.	6,709
	S.	52,839
		100,000.

Dieses Ergebnifs stimmt mit der Formel H^2CO oder $C\dot{H}$ sehr nahe zusammen. Diese giebt bei der Berechnung auf 100 Theile:

K.	40,46
W.	6,65
S.	52,89.

Es wäre diesem nach der Stärkzucker ein einfaches

Diejenigen aus Traubenzucker gaben:

Zucker	75
Kochsalz	25.

1) Hier bewies sich die Anwendung der weiten Verbrennungsröhre als besonders vortheilhaft. In einer engen gelingt die Verbrennung sehr unvollkommen, wie denn überhaupt der Stärkzucker zu den am schwersten zu verbrennenden Substanzen gehört. Um die Resultate meiner Analyse zu controliren, versuchte ich von den nämlichen Krystallen einige Proben auf die gewöhnliche Art mit Kupferoxyd zu analysiren; allein obgleich ich eine grofse Menge der letzteren anwandte und die Röhren bis nahe zum Zusammenschmelzen erhitzte, so blieb immer eine bedeutende Menge von Kohle unverbrannt.

Kohlehydrat! — Geht man nun, um die absoluten Mengen der Atome zu bestimmen, von der Kochsalzverbindung aus, und nimmt dieselbe aus 1 Atom Stärkzucker und 1 Atom Kochsalz gebildet an, ohne Wasser, so giebt die Berechnung, nach der oben angegebenen Zusammensetzung des Stärkzuckers, für seine wahren Bestandtheile, die Formel $H^{50}C^{25}O^{25}$; denn nach diesen Verhältnissen würden 100 der krystallisirten Kochsalzverbindung 13,443 Kochsalz enthalten, nämlich:

Cl = 442,650	H^{50} = 311,990
Na = 290,897	C^{25} = 1010,925
NaCl = 733,547	O^{25} = 2500,000
	4732,915.

1 Atom der Verbindung = 5456,462, und:

$$5456{,}462 : 733{,}547 = 100 : x$$
$$x = 13{,}443$$

welche Zahl von der oben gefundenen (13,552) nur wenig abweicht, und mit dem einen Versuche vollkommen zusammentrifft.

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten: ob der Stärkzucker mit dem Traubenzucker, Honigzucker und Harnruhrzucker identisch sey? Die neueren Schriftsteller scheinen dieses als ausgemacht anzusehen. Das abweichende Verhalten derselben in ihren Verbindungen mit Kochsalz, wie es Calloud beschreibt, indem er sowohl die Mischungsverhältnisse dieser Verbindungen, als auch ihre Auflöslichkeit in Alkohol verschieden fand, lassen einige Zweifel übrig, welche durch Versuche leicht gelöst werden könnten. Besonders interessant wäre dieses in Bezug auf den Harnruhrzucker. Leider konnte ich mir bis jetzt keinen solchen verschaffen, da diese Krankheit bei uns fast nie vorkommt.

Was nun endlich die Erklärung der Bildung des Stärkzuckers aus dem Stärkmehl anbelangt, so läſst sich diese immer noch nicht genügend aus dem Vorhergehen-

den ableiten. Besteht nämlich das Stärkmehl, nach Berzelius, aus $C^7 H^{13} O^6$, so ergiebt sich, daſs es, um in Stärkzucker überzugehen, 1 At. Kohle und 1 At. Wasserstoff abzugeben, oder 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasserstoff aufzunehmen habe. Da aber die neueren Untersuchungen seine zusammengesetzte Structur wohl auſser Zweifel gesetzt haben, so wird auch seine chemische Zusammensetzung nicht mehr durch eine Formel bezeichnet werden können, und die vollständige Kenntniſs jener Zuckerbildung wird erst durch genaueres Studium seiner näheren Bestandtheile erlangt werden können.

Wiederholte Analyse des Rohrzuckers, Mannazuckers und Milchzuckers.

Im Zusammenhange mit oben beschriebener Untersuchung sah ich mich veranlaſst auch den *Rohrzucker* einer neuen Analyse zu unterwerfen, mehr in der Absicht, die angewandte Verbrennungsmethode dadurch zu prüfen, als in der Hoffnung neue Resultate zu erhalten, obgleich denn auch die Abweichungen der hierüber vorhandenen Angaben eine solche Wiederholung nicht für ganz überflüssig erscheinen lieſs.

Ich wandte hiezu vollkommen weiſsen englischen Rohrzucker an, wie derselbe als Luxusartikel, unter der Benennung *Canarienzucker*, im Handel vorkommt. Er wurde zum Ueberfluſs noch einmal in Wasser gelöst, und die klar filtrirte vollkommen farblose Auflösung durch behutsames Verdampfen krystallisirt. Eine Probe der erhaltenen Krystalle, vollkommen ausgetrocknet und zerrieben, hinterlieſs, beim Verbrennen auf einem Platinschälchen, ziemlich genau 0,001 ihres Gewichts Asche, die sich als Kalk mit einer Spur von Eisenoxyd verhielt. Es wurden nach der oben beschriebenen Art zwei Analysen gemacht, welche folgende Verhältnisse geben:

	I.	II.	Mittel.	Berzelius.	Gay-Luss. u. Thénard.
Kohle	42,099	42,389	42,244	42,225	42,47
Wasserstoff	6,561	6,269	6,415	6,600	6,90
Sauerstoff			51,341	51,175	50,63
			100,000.		

Mannazucker, auf die bekannte Art bereitet, und durch mehrmaliges Auflösen in Alkohol und mit thierischer Kohle vollkommen gereinigt, wurde zerrieben, getrocknet und der Verbrennung in Sauerstoffgas unterworfen. Es wurden foldende Resultate erhalten:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Kohle	40,783	39,677	40,402	39,476	40,084
Wasserstoff	7,100	7,543	7,961	7,513	7,529
Sauerstoff					52,387
					100,000.

Dieses Verhältnifs kommt dem von Oppermann gefundenen am nächsten, weicht aber von den Angaben der übrigen ziemlich ab, wie man aus folgender Zusammensetzung sieht:

	Prout[1]).	Saussure[2]).	Henry und Plisson[3]).	Oppermann[4]).
Kohlenstoff	38,7	38,53	38,770	40,752—40,327
Wasserstoff	} 61,3	7,87	8,487	7,843— 7,728
Sauerstoff		53,60	52,743	51,405—51,945

Da man noch keine constante Verbindung des Mannazuckers mit einem unorganischen Körper kennt, so kann man die Atom-Quantitäten seiner Bestandtheile nicht

1) *Philos. trans.* 1827, *II p.* 384 (bei 100° getrocknet).

2) *Bibl. britannique, LVI p.* 351.

3) *Journal de pharmacie, XVII p.* 448.

4) Annalen, Bd. XXIII S. 445.

bestimmen. Bekanntlich hat sie Oppermann vorläufig auf $C^4 H^9 S^4$ berechnet, welches geben würde:

Kohle	40,13
Wasserstoff	7,37
Sauerstoff	52,50.

Milchzucker, aus käuflichem, bereits ziemlich reinem durch zweimaliges Umkrystallisiren in vollkommen weifsen Krystallen dargestellt, und im fein zerriebenen Zustande genau getrocknet, wurde auf gleiche Weise zersetzt. Es wurden folgende Verhältnisse erhalten:

			Mittel.
Kohlenstoff	40,092	40,783	40,437
Wasserstoff	6,656	6,767	6,711
Sauerstoff	53,252	52,450	52,852.

Es geht hieraus hervor, dafs der Milchzucker die nämliche procentische Zusammensetzung habe wie der Stärkzucker. Ob er mit demselben als isomerisch zu betrachten sey, mufs durch Auffindung seiner Atomverhältnisse erforscht werden.

X. *Ueber die Zusammensetzung des Oels aus Kartoffelbranntwein (des Fuselöls), von J. Dumas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LVI p.* 314).

Jedermann weifs, dafs der Korn- wie der Kartoffelbranntwein einen Geruch und Geschmack besitzt, den man mit dem Namen *Fusel* bezeichnet, und den man durch unzählig viele Mittel zu heben gesucht. Das einzige erfolgreiche ist meines Wissens die Rectification des Branntweins. Eigentlichen Alkohol kann man daraus so rein gewinnen, dafs er weder den unangenehmen Geruch noch Geschmack des Branntweins besitzt.

Es wäre sehr überflüssig hier die Meinungen über die Ursache dieses Geruchs zu wiederholen, da sie sich doch durch die besten Beobachtungen als unhaltbar erwiesen haben. Gegenwärtig weiſs man, daſs ein eigenthümliches Oel, welches sich bei der Rectification jener Branntweine absondert, wahrscheinlich die Ursache des Geruchs und Geschmacks derselben ist.

Scheele hat zuerst das Daseyn dieses Oels im Kornbranntwein nachgewiesen. Er hat gesehen, daſs es sich in der Kälte daraus abscheidet, und daſs es, für sich dargestellt und in reinem Weingeist gelöst, diesen verunreinigt.

Fourcroy und Vauquelin haben gezeigt, daſs dieses Oel keinesweges, wie man bis dahin geglaubt hatte, bei der Gährung erzeugt werde, sondern, z. B. in den Gerstenkörnern, fertig gebildet vorhanden sey, da diese, nach Auswaschung mit Wasser bis zur Erschöpfung, ihr Oel an reinem Weingeist abtreten.

In neuerer Zeit ist Hr. Payen in sofern weiter gegangen, als er das Organ ausgemittelt, welches, wenigstens in den Kartoffeln, der Sitz dieses Oeles ist. Es ist das Satzmehl und bloſs die Hülle dieses Satzmehls [1]), welches dieses Oel einschlieſst.

In Betreff der Natur dieses Oels finden sich bei den Beobachtern Meinungsverschiedenheiten, welche sich durch die Natur der untersuchten Producte erklären lassen müssen.

Die, welche Gerstenbranntwein behandelten, bekamen ein krystallisirbares Oel, welches sich nur schwierig verflüchtigen lieſs, sich bei der Destillation mehr oder weniger veränderte, und endlich so fettig wurde, daſs es auf Papier einen bleibenden Fettfleck machte, Kennzeichen mehr eines fetten als eines ätherischen Oels.

Hr. Pelletan, der das Oel aus dem Kartoffelbranntwein

1) Annalen, Bd. XXXII S. 192.

[redacted]

wein untersuchte, schreibt ihm ganz andere Eigenschaften zu. Er fand an demselben alle Kennzeichen eines wahrhaft ätherischen Oels, und es schien ihm in vielen Stücken sich durch seine Reactionen selbst dem Alkohol zu nähern.

Dieses letzteren Umstands wegen hatte ich mir längst eine Gelegenheit gewünscht, das Oel untersuchen zu können, denn mehr wie Jemand suche ich mir richtige Vorstellungen über die mit dem Alkohol und Aether verknüpften Thatsachen zu verschaffen. Ich habe daher eine, von Hrn. Dubrunfaut in seiner Brennerei sorgfältig abgeschiedene Probe dieses Oels mit Fleifs untersucht.

Wie ich es erhielt, war diefs Oel stark rothgelb und von höchst unangenehmem Geruch. Athmet man lange eine damit beladene Luft ein, so empfindet man Uebelkeiten und Kopfweh.

Unter den Körpern, deren Einwirkung auf das Oel ich studirt habe, änderte das kohlensaure Kali am meisten die Eigenschaften desselben. Mit gewöhnlicher Pottasche destillirt, nimmt es einen Fruchtgeruch an, ähnlich dem des Salpeteräthers oder der Reinetteäpfel.

Im rohen Zustande enthält das Oel, wiewohl es anscheinend unlöslich im Wasser ist, noch eine sehr grofse Menge Alkohol. Um es davon zu befreien, kann man die Ungleichheit seiner Flüchtigkeit mit der des Alkohols benutzen. Unterwirft man nämlich das rohe Oel einer gemäfsigten Destillation, so erhält man einen Rückstand, der bei 130° oder 132° C. siedet. Diesen stellt man bei Seite, zieht nun die ersten Producte abermals ab, sammelt die mittleren Producte und destillirt die letzteren wiederum mit Vorsicht, wodurch man daraus noch eine neue Dosis von einem, bei 130° oder 132° siedendem Oele darstellen kann.

Das so erhaltene Oel, für sich mit Vorsicht rectificirt, liefert endlich ein homogenes Product, welches bei

131°,5 siedet, klar und farblos ist, und einen eigenthümlichen ekelhaften Geruch besitzt. Es besteht aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, in Verhältnissen, welche einige Verwandtschaft zwischen ihm und der Familie des Alkohols und der Aether anzudeuten scheinen. Wahrscheinlich gehört aber diefs Oel blofs zu der Familie der Kampher oder der analogen ätherischen Oele.

0,268 Oel gaben 0,330 Wasser und 0,672 Kohlensäure — 0,372 Oel gaben 0,457 Wasser und 0,923 Kohlensäure. Hieraus ergeben sich die Zahlen:

	I.	II.
Kohle	69,3	68,6
Wasserstoff	13,6	13,6
Sauerstoff	17,1	17,8
	100,0	100,0.

Da diefs Oel ganz regelmäfsig siedet, nahm ich die Dichte seines Dampfs. Sie erwiefs sich bei verschiedenen Versuchen constant. Einer derselben gab folgende Resultate:

Temperatur des Dampfs =177° C.; Barometerstand =0,764; Lufttemperatur =14° C.; Gewichtsüberschufs des dampfvollen über den luftvollen Ballon =0,432 Grm.; Rauminhalt des Ballons =349 C.C.; Luftrückstand im Dampf =0;

Gewicht eines Liter Dampf =4,089 Grm.; Dichtigkeit des Dampfs =3,147.

Alle diese Resultate führen zu der Formel $C_5H_{12}O$ welche giebt:

	Gewichtsbestandtheile.		Dampfdichte.
C_5	382,6	68,6	4,2160
H_{12}	75,0	13,4	0,8256
O	100,0	18,0	1,1026
	557,6	100,0	6,1442=2×3,0721.

Jedes Maafs Dampf enthält demnach $C_{2\frac{1}{2}}H_6O_{\frac{1}{2}}$, was diefs Oel in die Kampherfamilie bringt. Das von Hrn. Pelletan untersuchte enthielt noch Alkohol.

XI. *Neue Beiträge zu Chladni's Verzeichnissen von Feuermeteoren und herabgefallenen Massen. Neunte Lieferung;*
von K. E. A. v. Hoff.

(Die achte findet sich in den Annalen, Bd. XXIV S. 221.)

I. Nachträge zu dem Verzeichnisse herabgefallener Massen.

822. Sabellicus, *Rhaps. Hist. Enn.* 8 *L.* 9, hat bei dem angeführten Jahre folgendes: »*In Saxonia aliquot millibus passum terra in speciem aggeris intumuit, terra horrende mota est, quo tremore villae et agrestia aedificia coelesti igne deflagrarunt. Lapides grandine mixti e coele lapsi creduntur.*«

Zwischen 999 und 1030 fiel in der Provinz *Dschordschan* auf der Ostküste des Caspischen Meeres ein Stück Eisen, 150 *Men* schwer mit einem seltsamen Geräusch aus der Luft. Man versuchte vergebens ein Schwert daraus zu schmieden. — Wilken aus einer in der Königl. Bibliothek zu Berlin befindlichen persischen Handschrift. S. diese Annalen, Bd. 26 (102) S. 350.

1601 am 28. September nach Sonnenuntergang ist gegen den *Westrich* zu, im *Hanau-Lichtenbergischen*, ein greulicher Haufen Feuer vom Himmel gefallen. — Joh. Mich. Beuther, *Compendium terraemotuum etc. Strafsburg.* 1601. 4.

1621. Im sechszehnten Jahre der Regierung des Padischah Dschehangir erhob sich, wie überliefert wird, in einer Gegend von *Dschalinder* (ein nördlicher Bezirk von Indien) um die Morgenzeit von Osten her ein heftiges Geräusch, und in derselben Zeit sah man etwas Helles wie einen Blitz herabfallen, welches verschwand. — Mohammed Said aber, der Statthalter

dieser Gegend befahl an diesem Ort nachzugraben; worauf ein Stück heifsen Eisens zum Vorschein kam, welches unter Siegel an den Hof befördert wurde; und der Padischah Dschehangir gebot dem Meister David daraus Schwert und Dolch zu verfertigen. Als dieser jedoch vorstellte, dafs dieses Eisen unter dem Schmiedehammer nicht Stand halten würde, sondern dessen Bearbeitung nur möglich seyn würde, wenn man es mit anderem Eisen vermischte, so wurde eine solche Mischung angeordnet, und man mischte drei Theile von dem Eisen des Blitzes mit Einem Theile von anderem Eisen. Davon wurden zwei Schwerter, ein Dolch und ein Messer verfertigt, welche im Schneiden und Verwunden den tüchtigsten Schwertern gleich kamen. Die Masse derselben war vortrefflich, obgleich sie keine Aehnlichkeit hatte mit der Masse unserer Schwerter. — Wilken, aus einem um 1723 geschriebenen persisch. Mscr. in der Königl. Bibliothek zu Berlin. — S. diese Annalen, Bd. XXVI (102) S. 351).

1818, ohne Angabe des Tages, ereignete sich ein Meteorsteinfall in *Macedonien*. Der Ort ist ebenfalls nicht angegeben; aber ein Stück des Steines ist der Versammlung der Naturforscher in Wien im J. 1832 vorgelegt worden, wobei man vorzüglich auf die sich auf der Oberfläche auch anderer Meteorsteine zeigenden rundlichen Vertiefungen aufmerksam gemacht hat, die man Eindrücken von Fingern vergleicht. Es ist dieses dieselbe Meteormasse, deren schon in der siebenten Lieferung (diese Annalen, Bd. XVIII (94) S. 190) gedacht worden ist, wo man auch das Ergebnifs der von Berzelius vorgenommenen Zerlegung derselben findet. Chladni (Feuermeteore, S. 167) beschreibt ein grofses Feuermeteor, das am 31. October 1818 zu *Mehadia* im *Bannate*, und auch zwischen *Yassi* und *Bucharest* gesehen worden ist. Sollte dieser vielleicht den Macedonischen Meteorsteinfall begleitet haben. *Mehadia* ist zwar über 40

Meilen und Bucharest über 60 von der Nordgränze Macedoniens entfernt, aber dennoch könnte bei der planetarischen Geschwindigkeit des Laufs der Feuermeteore dieses mit dem Steinfall in Macedonien eine und dieselbe Begebenheit gewesen seyn. — Isis von Oken, 1833, H. 4 bis 6 S. 479.

1828 im Mai, bei *Tscheroï*, zwischen *Krajowa* und *Widdin*, fiel bei Orcan und Hagel ein Stein aus der Luft vor den Augen des Fürsten Peter Gortschakoff. Ein Stück davon, ¼ Zoll im Durchmesser, hat Herr R. Hermann untersucht und es für dichten Muriacit (Anhydrit) erkannt (S. diese Annalen, Bd. XXVIII S. 574). — Die äußeren Flächen dieses Steins von krystallinischer Structur, zeigten sich convex, uneben, rauh, unrein weifs mit gelblichen Flecken. Auf dem Bruche war er weifs und feinsplittrig, an den Kanten durchscheinend, nicht sonderlich schwer, nicht magnetisch; zwischen den Zähnen leicht zu zermalmen. Die vorgenommene Prüfung ergab, dafs der Stein aus schwefelsaurem Kalk mit Spuren von Kochsalz und einer brennbaren Substanz bestehe, folglich Anhydrit sey (Leonhard und Bronn, Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1833, S. 714). So lauten wörtlich die bekannt gewordenen Berichte, denen noch hinzugefügt wird, dafs in der Gegend, in welcher dieser Stein gefallen seyn soll, es keine solche Steinart gebe, sondern der nächste Fundort derselben das fast 100 Meilen davon entfernt liegende *Wieliczka* sey. Ein Steinfall scheint hier beglaubigt zu seyn, aber ob ein Meteorsteinfall?

1831 Ohne Angabe des Tages, soll zu *Vouillé*, im französischen Departement *de la Vienne*, ein Meteorstein gefallen seyn, von welchem, im Namen des Ministers des Handels, der Academie zu Paris am 12. September Bruchstücke vorgelegt worden seyn sollen. Der Stein hat, dem Berichte zufolge, 20 Kilogrammen (über 40 Pfund) gewogen, und beim Niederfallen ein Loch

von 40 Decimeter (über 12 Fuſs) Tiefe geschlagen. — Von diesem, dem Anscheine nach, sehr merkwürdigen Steinfalle habe ich in französischen Journalen keine Nachweisung finden können; die einzige Quelle, aus der ich die hier gegebene Nachricht geschöpft habe, ist die *Biblioteca Italiana, T. LXIV* (1831) *p.* 401.

1831 am 9. September zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittag, bei *Wessely*, im *Hradischer* Kreise von *Mähren*, fiel bei heiterem Himmel, nach einem heftigen Winde, unter Donnerschlägen und einem sausenden Getöse, ein Meteorstein auf ein Feld vor zwei Augenzeugen. Diese hoben denselben bald nach dem Falle auf, und fanden ihn nach Rauch riechend und warm. Er wog 6½ Pfund, und soll nach Wien in das Kaiserliche Mineralien-Cabinet gebracht worden seyn. — (Froriep's Notizen, No. 701 (Bd. 32 19) S. 298. — Eine andere Nachricht setzt diesen Steinfall in den December desselben Jahres. (Allgemeine Zeitung, 1831, auſserordentliche Beil. No. 84 und 85. S. 337; in einem neuen Ausbieten des Chladni'schen Werks, citirt Wiener Zeitung, 1831, No. 11.) Der 9. September ist indessen die richtige Angabe. S. Isis von Oken, 1833, H. 4—6 S. 479. Das Ausführliche von diesem Steinfall enthält Baumgartner's Zeitschrift, 1832, Bd. 1 S. 193.

1833 16. Julius. Im Gouvernement *Tobolsk*, bei dem Dorfe *Nachratschinsk*, Nachmittag zwischen 3 und 4 Uhr zog sich eine Gewitterwolke zusammen, aus welcher, bei sehr starkem aus Westen kommenden Sturme und heftigem Regen und Hagelschauer, Eisstücke von der Gröſse der Gänseeier, und mit diesen auch kleine viereckige Steine von der Gröſse eines Quadrat-Werschoks herabfielen, welche sämmtliche Fenster des Dorfes zerschlagen und auf dem Lande vielen Schaden thaten. Das genannte Dorf ist 300 Werst von *Tobolsk* entfernt. — Berlin. Spen. Zeitung, 1833, No. 234. — Ausführlich in der Gothaischen Zeitung, 1833, No. 212.

[redacted]

1833 25. November Abends, Meteorsteinfall in *Mähren*, 1 Stunde von *Blansko*, nördlich von *Brünn* und südlich von *Boskowitz* gelegen. Ein sehr grofses, die Nacht erhellendes Feuermeteor würde gesehen in *Brünn*, *Posoritz*, *Butschowiz*, *Austerlitz*, *Sokolnitz*, *Boskowitz*, *Raiz*, *Lissiz*, *Tischnowiz* und anderen dazwischen, auf einem Flächenraum von 70 bis 80 Quadratmeilen liegenden Orten. Ihm folgte ein anhaltendes rollendes, dem Donner ähnliches Getöse in der Höhe. In den in der Mitte der angegebenen Gegend liegenden Theilen hatte man einen feurig glänzenden Körper am Himmel ziehen sehen, der, anfangs klein, sich mit reifsender Geschwindigkeit vergröfserte, so dafs er bald an Umfang dem Vollmonde, dann einer Tonne und endlich einem ganzen Hause gleichzukommen schien. Auf der Postlinie von *Lipuwka* bis *Goldenbrunn* (etwas westlich von *Blansko*) steigerte die Stärke des Phänomens sich so sehr, dafs man glaubte, ganze Feuermassen wie Wolken vom Himmel niedersteigen zu sehen. Der Lichtglanz war so aufserordentlich intensiv, dafs ihm das Auge kaum auszuhalten vermochte; Menschen fielen betend auf die Knie, und Pferde wurden scheu. Man wollte an mehreren Orten feurige Streifen, einem Feuerregen ähnlich, zum Erdboden niedergehen gesehen haben, aber den Fall eines festen Körpers hätte Niemand wahrgenommen. Den ausdauernden Bemühungen des Dr. Reichenbach in *Blansko* gelang es endlich, nach eilftägigen Nachforschungen, 1 Stunde von seinem Wohnorte am Saume eines Waldes, den ersten frisch gefallenen Meteorstein aufzufinden, und am folgenden Tage wurden ihrer noch zwei gefunden. Ein mit diesem Meteor verbunden gewesener wirklicher Steinfall oder gar Steinregen scheint daher aufser Zweifel gesetzt zu seyn. — Allg. Zeitung. — Allg. Anzeiger der Teutschen, 1834, No. 15 S. 186. — Leonhard und Bronn, Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1834, S. 125. — Baumgartn. Zeitschr. Bd. III S. 73.

Folgende Nachricht las man in der *Berliner Spenerschen Zeitung*, 1834, No. 23. — 1834 1. Januar 5 Uhr M. wurde der Zeugmacher Möbius in *Zeitz* durch einen Knall in seinem Hofe aufgeschreckt. Ein Meteorstein, 10⅝ Pfund schwer, war gefallen, und hatte ringsum Splitter verstreut, die silberartig glänzten. Die Masse gleicht dem Marienglase, besitzt jedoch einen höheren Silberglanz. Sie besteht durchgängig aus dünnen zähen Blättchen. — Dieser Vorfall scheint etwas anderes als ein Meteorsteinfall zu seyn. — Vielleicht beruht die ganze Nachricht auf einem Scherze. Das Probestück von diesem angeblichen Meteorstein, welches zu erhalten mir erst nach langem Nachforschen gelungen ist, besteht aus einem grobkörnigen Granit mit grofsen Partien von silberweifsem grofsblättrigen Glimmer, und sehr frischem glänzenden Quarz.

II. Nachrichten von Gediegen-Eisen-Massen, die für meteorisch zu halten sind.

Bei *Bohumilitz* im *Prachimer* Kreise *Böhmens* wurde im September 1829 eine Masse von Meteoreisen gefunden, welche, nach der dicken Masse von Oxyd, womit der Metallkern überzogen ist, zu schliefsen, mehrere Jahrhunderte in der Erde gelegen zu haben scheint. Die Masse wog, als sie noch ganz war, 103 Pfund. Jetzt befindet sich der gröfste Theil davon im Nationalmuseum zu Prag, und ein kleinerer in Wien. Sie unterscheidet sich von anderen meteorischen Eisenmassen durch den Umstand, dafs sie mit Adern von Graphit mit Magneteisen gemengt durchzogen ist, und dafs ihr Gehalt an Nikkel den aller übrigen weit übertrifft. Die Figuren auf den Bruchflächen haben mit denen auf dem Meteoreisen von Lenarto grofse Aehnlichkeit.

Es sind von dieser Eisenmasse verschiedene Zerlegungen bekannt gemacht worden.

1. von Holger:

86,67 Eisen
8,12 Nickel
1,34 Eisencarbonid
0,59 Kohle
0,46 Mangan
0,41 Kalium
0,15 Aluminium
0,13 Magnium
1,34 unlöslicher Rückstand.

Isis von Oken, 1831, H. 8—9 S. 903, citirt: Jahrbücher des Böhm. Nationalmuseums, Jahrg. 1830, Bd. I H. 2. — Baumgartner und Ettinghausen's Zeitschrift, Bd. IX S. 323 [1]).

II. von Steinmann:

94,06 Eisen
4,01 Nickel
1,12 Graphit, nebst einer noch näher zu erforschenden mineralischen Substanz
0,81 Schwefel.

Leipziger Literaturzeitung, 1830, No. 266 S. 2122, citirt: eine Mittheilung an die Gesellschaft des vaterländischen Museums zu Prag.

III. von Berzelius, nach zwei verschiedenen Untersuchungsmethoden.

Erste Methode:

92,173 Eisen
5,667 Nickel
0,235 Kobalt
1,625 Unlösliches

99,700.

Zweite Methode:

93,775 Eisen
3,812 Nickel
0,213 Kobalt
2,200 Unlösliches

100,000.

1) Später auch Baumgartner's Zeitschr. Bd. II S 35. *P.*

In dem sich in obigen Methoden als unlöslich Ergebenen fand sich:

65,987	Eisen
15,008	Nickel
2,037	Kiesel
1,422	Kohle
14,023	Phosphor
- -	Spur von Calcium
98,477.	

Die specifische Schwere war 7,146. — Diese Annalen, Bd. XXVII (103) S. 118 [1]), aus den Stockholmer Abhandlungen, 1832.

Die Eisenmasse, die im J. 1831 in der Gegend von *Magdeburg* gefunden wurde, und so manchen Zweifel und Streit erregt hat, darf hier nicht unerwähnt bleiben. Man fand sie auf dem Wege von der Stadt nach dem Dorfe *Olvenstädt* vier Fuſs unter der Dammerde, in mehreren einzelnen, nur wenige Schritte von einander entfernt liegenden Klumpen. Es ist nicht bekannt, daſs in dieser Gegend jemals Eisenwerke gewesen wären. Sie wurde von Mehreren für Meteoreisen gehalten, und da im J. 998 bei Magdeburg ein Steinfall sich ereignet haben soll (Chladni, Feuermeteore, S. 193), so glaubte man, daſs das gefundene Eisen wohl damals herabgefallen seyn könne. Untersuchungen, welche die rühmlichst bekannten HH. Stromeyer und Hausman mit Bruchstücken derselben vorgenommen hatten, schienen die Vermuthung des meteorischen Ursprungs zu bestätigen; und daſs von Ersterem Kupfer und Molybdän gefunden worden war, schien nur deswegen nicht dagegen zu sprechen, da derselbe angesehene Chemiker diese Bestandtheile schon früher in anderen Meteormassen entdeckt hatte. (Götting. Anzeigen, 1832, No. 77. — Diese Ann. Bd. XXIV (100) S. 657.)

Als aber Proben dieser Eisenmasse den im J. 1832 zu Wien versammelten Naturforschern vorgelegt, und

1) Auch Ann. Bd. XXXIII. S. 148. *P.*

auf deren Ersuchen durch den Bergrath Wehrle aus Schemnitz auf chemischem Wege geprüft worden waren, erhoben sich Zweifel gegen den meteorischen Ursprung derselben. Es hätten sich darin auf 145 Pfund Probegewicht zwei Quentchen Silber gefunden, und der Kupfergehalt der Masse wurde auf wenigstens sechs Procent geschätzt. Dieser Umstand, und die mit anderem Meteoreisen nicht ganz übereinstimmenden äufseren Kennzeichen des Magdeburger Eisens erregten bei der Versammlung nicht nur die Vermuthung, sondern selbst den Ausspruch, dafs dieselbe ein Hüttenproduct sey, von der Art, welches die eben nicht feine Sprache der Feuerarbeiter mit der Benennung einer Eisensau zu belegen pflegt. (Isis von Oken, 1833, H. 4—6 S. 515. — Froriep's Notizen, No. 752 (Bd. 35 No. 4) S. 49 und 52.)

H. Stromeyer hat hierauf die Masse einer nochmaligen sorgfältigen Prüfung unterworfen, deren Ergebnifs hier wiederholt darzustellen unnöthig, da von demselben ausführliche Rechenschaft gegeben ist in den Göttinger Anzeigen, 1833, No. 90 und 91 — in Schweigger-Seidel's Neues Jahrb. Bd. VIII S. 102, und selbst in diesen Annalen, Bd. XXVIII S. 551, wo man auch die Zerlegung einer gleichfalls problematischen, bei der *Rothen Hütte* am *Harze* entdeckten Eisenmasse findet.

Die Magdeburger Masse bleibt in Hinsicht ihres Ursprungs jedenfalls problematisch, und H. Stromeyer hält dafür, dafs sie, wenn sie auch meteorisch gewesen wäre, aller Wahrscheinlichkeit nach später eine künstliche Schmelzung erlitten habe.

III. Nachrichten von herabgefallenen Substanzen, die von Meteorsteinen und Gediegen-Eisen-Massen verschieden sind.

Für diese Abtheilung habe ich nur eine einzige Thatsache zu berichten; das Herabfallen einer flockige Sub-

stanz von gelblicher Farbe bei dem Dorfe *Kusjanowa* unweit *Wolokolamsk*, 100 Werst von *Moskau*. Der Ursprung dieser vorher unbekannten Substanz ist dunkel. Man hat sie aus 61,5 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff und 31,5 Sauerstoff bestehend, 1,1000 schwer, und den oxydirten und trocknen Oelen ähnlich gefunden, und *Uranelain* genannt. Das Ausführliche hierüber enthalten diese Annalen, Bd. XXVIII S. 566 und Leonhard u. Bronn's Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1833 S. 714.

IV. Feuermeteore.

1831 8. December. In der Gegend von *Bath* in *England* ging ein Tagelöhner früh 5½ Uhr nach *Landsdown* an seine Arbeit. Es war, nach Maafsgabe der Jahreszeit, noch ganz finster, aber plötzlich wurde es heller Tag; er sah den Himmel 1 Minute lang von einem flimmernden Scheine erglänzen, worauf es wieder so finster wurde, als es vorher gewesen war. Es schien ihm, als wären Flammen aus dem Firmament hervorgegangen. Zwischen *Frome* und *Maiden-Bradley* wurde dieselbe Erscheinung von einem Weymouther Fuhrmann wahrgenommen. Desgleichen zu *Midford* von dem Zolleinnehmer, dem es die Gestalt einer Glocke und die Höhe eines Mannes zu haben schien. Eine Viertelmeile weiter wurde es von zwei Männern gesehen, welche daran Füfse, wie die eines Menschen, gesehen haben wollten. Zu *Brislington* fuhr das Meteor mit dem Geräusche eines Wagenrades bei einem Kärrner vorüber, und man fand auf seinem Wege das Gras versengt. Anderen Personen, zu *Devizes*, *Hinton* und *Milford*, erschien es bald in der Gestalt eines Menschen, bald in der eines grofsen Feuers, bald in der eines Theekessels (!). Einige wollen es auf die Erde herabfahren und sich von derselben wieder erheben, Andere es an ihnen vorbeifahren gesehen haben, wobei sie vor Hitze umkommen zu müs-

sen glaubten. Es wurde noch an vielen Orten um dieselbe Zeit wahrgenommen. — Preufs. Staatszeitung, 1831, No. 356 S. 1848.

Zu den sehr merkwürdigen Erscheinungen von Feuermeteoren gehören die in der Nacht vom 12. bis 13. November 1832 auf einem grofsen Theile der nördlichen Erdhalbkugel wahrgenommenen. An mehreren Orten sah man von 9 U. Abends, an anderen erst von Mitternacht an, an allen aber bis gegen den Anbruch des Tages unzählige Sternschnuppen den Himmel in allen Richtungen durchkreuzen, und zwischendurch eine oder mehrere Feuerkugeln von besonderer Gröfse. In *Europa* ist diese Erscheinung gesehen worden: in *Odessa*, in *Suczawa* (*Bukowina*), in *Warschau*, *St. Petersburg*, *Riga*, in *Ungarn*, namentlich in den *Zempliner* und *Bekeser* Gespannschaften, und um *Ofen*, dort in grofser Stärke; ferner in *Berlin*, in *Westphalen*, am *Unterrhein*, in *Belgien*, *England*, *Frankreich* und in der *Schweiz*.

Mehres von dieser, mit der vom 12. Novemb. 1799 (Chladni, Feuermeteore, S. 138) so ähnlichen Erscheinung siehe in diesen Annalen, Bd. XXIX (105) S. 447 — Nöggerath in Schweigger-Seidel's N. Jahrb. Bd. VI (66) S. 326 — über Ungarn, Oestreichsches Archiv, 1833, No. 17 S. 68, No. 20 S. 78, No. 21 S. 82.

1833 2. October Abends 7 Uhr sah man zu *Hildburghausen* ein ungewöhnlich schönes Meteor. Im Süden, ungefähr 30° über dem Horizonte, flog eine Feuerkugel mit leuchtendem Schweife schnell gegen Westen, und sprühte aus dem Schweife violblaue und rothe Funken. Ziemlich tief am Horizonte zerstieb sie ohne Geräusch. — Berlin. Spen. Zeitung, 1833, No. 239.

1833 in der Nacht vom 12. zum 13. November wurde in *Nordamerika*, von *Boston* bis *Richmond* in *Virginien*, ferner bis nach *Westindien*, wie ein von der *Havannah* in Hamburg angekommenes Schiff berichtet, eine grofse Menge von Sternschnuppen und Feuerkugeln von

verschiedener Gröfse wahrgenommen. Das Phänomen war dem vom November 1832 und dem vom J. 1799 sehr ähnlich; doch scheint es, den davon bis jetzt gegebenen Beschreibungen zufolge, noch gröfser und einen feurigen Regen oder Schneefall ähnlich gewesen zu seyn. — Poggend. Ann. Bd. XXXI [1]) S. 159 — Das Ausland, 1834, No. 34 S. 136. — Allgem. Anzeig. 1834, S. 669.

1833 20. November 7½ Uhr Morg. wurde bei *Presburg* in der zur Stadt gehörenden Aue, am jenseitigen Donauufer, im Forstdistricte am Kaisersweg, ein feuriges Meteor gesehen, das einem langen, zugespitzten, blafs feurigen, dichten Kegel ähnlich war, dessen unterer Theil einen Flammenschweif bildete, der während seines Zuges sehr lichte Feuerströme und Funken häufig umherstreute und den Forst völlig erleuchtete. Das Meteor zog von NO. nach SW., und fiel mit westwärts gerichteter Spitze, einen Bogen beschreibend, nach der Erde zu, kam aber nicht bis zu derselben herab, sondern erlosch in einer (scheinbaren) Höhe von drei bis vier Fufs über dem Boden. Gleich darauf liefs sich über der Stelle, wo es erloschen war, in der Luft ein dem Donner ähnliches Rollen und Krachen vernehmen, welches heftig fortdauerte, und von vielen Personen in der Stadt und im Gebirge wohl vier Meilen im Umkreise gehört wurde. Der Himmel war dabei vollkommen wolkenfrei, die Luft heiter und rein, der Boden fest gefroren, und Fluren und Dächer stark mit Reif überzogen. Meteorsteine sind nicht gefunden worden. — Berlin. Spen. Zeit. 1833, No. 285. — Dafs diese Erscheinung sich nur sechs Tage früher, als der Meteorsteinfall zu Blansko (s. oben) und unter ganz ähnlichen Umständen, in einer von dem Schauplatze des letzteren gar nicht sehr entfernten Gegend ereignet hat, ist vielleicht der Bemerkung werth.

1) S. die vollständige Beschreibung dieses Phänomens in Bd XXXIII S. 189, die dem Hrn. Verfasser zur Zeit der Einsendung dieses Aufsatzes noch nicht bekannt seyn konnte, gleichwie die Nachricht über das ähnliche Phänomen von 1834 (S. 129 dies. Bd.). *P.*

Anhang.

Die hier gegebenen Nachrichten von Meteorsteinfällen sind allen den früher erhaltenen auffallend ähnlich. Diese merkwürdige Erscheinung bleibt sich so vollkommen gleich wie das Gewitter, der Regen und der Schnee. Kaum lohnt es noch der Mühe neue Beispiele von Meteorfällen zu sammeln, wenn man nicht mehr davon zu sagen, nicht noch andere Wahrnehmungen dabei zu machen weifs, als die bisher bekannten.

Die bis jetzt dabei wahrgenommenen Erscheinungen, die man als unbezweifelt und als thatsächlich annehmen darf, sind ungefähr folgende: 1) Es zeigt sich am Tage eine kleine schwarze Wolke, bei Nacht ein leuchtender Körper, eine Feuerkugel mit (scheinbarem?) Schweif; 2) die Wolke oder der Feuerball hat eine schnelle Bewegung nach Einer Richtung; 3) der Feuerball zerspringt oder zerstiebt in Funken; diese Erscheinung fällt bei Tage weg. 4) Es erfolgt ein Getöse, das in einzelnen Fällen aus einem einzelnen Knall, in den meisten aber aus vielen auf einander folgenden Entladungen bestanden hat, welche bald mit dem Donner vieler schwerer Geschütze, bald mit Kleingewehrfeuer, bald mit dem Rasseln schwer beladener Wagen auf Steinpflaster u. s. w. verglichen worden sind. 5) Bisweilen hat man aufser diesem Getöse ein Zischen oder Pfeifen gehört. 6) Es fallen Steine mit grofser Kraft auf die Erde, so dafs sie, nach Beschaffenheit des Bodens, in denselben einbohren, oder darauf in Stücke zerspringen. 7) Die Steine sind in den meisten Fällen einander sowohl im Aeufseren, als auch in ihrem Inneren und in ihren chemisch erforschten Bestandtheilen, mit sehr wenigen Ausnahmen oder vielmehr Abänderungen, ganz ähnlich, und entweder eine von der bekannten Beschaffenheit gemengte Masse, oder gediegenes Eisen, ebenfalls von der bekannten eigenthümlichen Art.

Als noch zur Zeit ungewisse, oder nicht gehörig ausgemittelte Umstände bei dieser Erscheinung mufs man folgende annehmen. 1) Ob beim Herabfallen mehrerer Steine auf Einmal, diese als Bruchstücke einer vorher zusammenhängenden Masse anzusehen sind, oder ursprünglich einzeln gebildete Körper? 2) Wenn das Ansehen derselben, dadurch dafs sie z. B. nur an einer oder einigen Seiten mit der bekannten schwarzen Rinde überzogen sind, an anderen aber das Ansehen frischen Bruches zeigen, mit Wahrscheinlichkeit annehmen läfst, dafs sie wirkliche Bruchstücke sind; ob alsdann das Zerspringen der vorher zusammenhängenden Masse erst beim Auffallen auf die Erde, oder schon in gröfserer Höhe, und in welchem Zeitpunkte der Erscheinung es erfolgt ist? 3) Ob sich irgend ein bestimmter Zustand der Atmosphäre mit den Steinfällen in Verbindung oder Beziehung bringen läfst? Ueber diesen Punkt scheint es noch an allen Wahrnehmungen zu fehlen; wenigstens mangelt noch eine Zusammenstellung derjenigen, welche vielleicht darüber vorhanden sind, und auf eine Beziehung führen könnten. Man hat Meteorsteinfälle aus allen Jahres- und Tageszeiten. Es haben sich dergleichen unter allen Himmelsstrichen ereignet. Das könnte einigermafsen merkwürdig erscheinen, dafs eine sehr grofse Anzahl von Meteorsteinfällen, vielleicht die meisten beschriebenen, sich bei völlig heiterem Himmel ereignet haben. Mir scheint dieses aber blofs daher zu kommen, dafs in den Fällen, wo sich solche bei bewölktem Himmel ereignen, der gröfste und auffallendste Theil der Erscheinung für die Wahrnehmung verloren geht; die Lichterscheinung nämlich, und die schwarze Wolke, welche beide unfehlbar einer höheren Luftregion angehören, als die ist, in welcher die gewöhnlichen Wolken schweben. Bei einer den ganzen Himmel überziehenden Wolkendecke dürfte sogar das Getöse, das gewöhnlich das Meteor begleitet, nicht bis zu unseren Ohren dringen. Es

[redacted]

können daher wohl manche Meteorsteine bei bedecktem Himmel fallen, von denen Nichts wahrgenommen wird, wenn sich nicht gerade ein Mensch an der Stelle befindet, auf welche der Stein ohne alle vorherige Ankündigung durch die Wolkendecke herabfällt. In dieser Hinsicht sollte man auch Berichte über Meteorsteinfälle aus Regenwolken oder Gewitterwolken nicht gleich um deswillen für verdächtig halten, weil es dem Beobachter geschienen hat, als sey der Aerolith aus einer solchen Wolke gekommen; da es doch nicht für unmöglich angenommen werden kann, dafs auch Aerolithen fallen können, wenn eben Gewitterwolken in der Atmosphäre schweben; und da beide Phänomene deshalb in keinem Zusammenhange unter sich zu stehen brauchen.

Endlich mangelt es in Ansehung solcher Meteore, mit welchen wirklich Massen auf die Erde niedergefallen sind, noch gänzlich an einigermafsen zuverlässigen Beobachtungen über die Höhe, in welcher die Erscheinung zuerst wahrgenommen worden ist, über die Geschwindigkeit des Laufes des herabgefallenen Körpers, und über die eigentliche Richtung seiner Bahn. Es ist aber auch nicht zu läugnen, dafs der Wahrnehmung dieser Umstände, besonders der genaueren, auf ein einigermafsen zuverlässiges Ergebnifs führenden Wahrnehmung unsägliche Schwierigkeiten entgegentreten. Daher werden alle Muthmafsungen über das eigentliche Wesen dieser Erscheinung noch lange Zeit schwankend und unzureichend bleiben.

Da die verschiedenen, über die Bildung der Meteorsteine aufgestellten Hypothesen in den letzten Jahren durch eine neue vermehrt worden sind, so dürfte diefs der Ort seyn, dieser letzteren zu gedenken und sie näher zu prüfen. Ihr Urheber ist ein Engländer, Dr. Butler. S. *Monthly Magazine, New Ser. Vol. VIII No.* 43 (Jul. 1829) *p.* 111. Indem ich Dr. Buttler's Sätze

zeln anführe, erlaube ich mir, sie mit einigen Bemerkungen zu begleiten. Dr. B. sagt:

1) Alle festen und flüssigen Bestandtheile der Erdoberfläche sind in immerwährender Verdunstung.

In der Allgemeinheit, in welcher dieser Satz ausgedrückt ist, kann er nicht als richtig angenommen werden; da neue und bewährte Versuche gezeigt haben, dafs es für jede Art von Körpern oder Stoffen eine bestimmte Gränze der Temperatur giebt, über welcher allein ihre Verdunstung stattfinden kann. (S. Faraday, in diesen Annalen, Bd. IX (85) S. 1.). Da diese Gränze bei den Metallen in einem weit höheren, als den gewöhnlichen Wärmegraden der Atmosphäre zu liegen scheint, so möchte die Verdunstung der Metalle dem Erfinder der Hypothese eben nicht viel gasförmige Stoffe zu ihrer Begründung liefern.

2) Man hat neuerlich entdeckt, dafs die specifische Schwere der Dämpfe sich direct verhält wie die Flüchtigkeit der Körper von denen sie kommen. Also werden die Erden und Metalle, wenn sie Gasform annehmen, Gasarten liefern, die leichter sind, als alle anderen Gasarten, wenn Temperatur und Druck gleich sind.

Auch dieser Satz mufs als irrig angesehen werden, wenn er als allgemeines Gesetz aufgestellt werden soll. Er hat sich für einige als wahr, für andere aber als nicht passend dargestellt; denn obgleich z. B. der Aether einen specifisch schwereren Dampf giebt, als das weniger flüchtige Wasser, so giebt hingegen dieses einen zehn Mal leichteren Dampf als das Quecksilber; hier also verhält sich die specifische Schwere des Dampfs umgekehrt wie die Flüchtigkeit der Körper von denen er kommt.

3) Daraus folgt, dafs die höchsten Regionen der Luft aus gasförmigen Erden und Metallen bestehen, oder aus ihren brennbaren Basen, unter denen *Silicium*,

Aluminium und *Eisen*, die Hauptbestandtheile des Erdballs, wahrscheinlich die vorwaltenden sind.

Wenn die beiden ersten Sätze für allgemein wahr angenommen werden könnten, so möchte man die Folgerung gelten lassen; da aber jenes nicht der Fall ist, so steht es auch mifslich um die Haltbarkeit dieses dritten Satzes. Er wird aber noch minder haltbar dadurch, dafs, der Erfahrung zufolge, Gase von verschiedener specifischer Schwere einander auf mannigfaltige Weise durchdringen können, und dafs sie nicht nach Verhältnifs ihrer Leichtigkeit auf einander zu schwimmen pflegen. Ein Beispiel hiervon ist der Wasserdampf, der, obgleich specifisch leichter als die Luft, sie dennoch auch in den unteren Regionen der Atmosphäre zu durchdringen und sich darin zu halten vermag. Ferner ist es mit der bekannten Natur des Siliciums, Aluminiums u. s. w., die auf der Erde nicht anders als oxydirt gefunden werden, schwer vereinbar, anzunehmen, dafs sie dort im nicht oxydirten Zustande verdampfen, in Gasform in der Atmosphäre emporsteigen, und erst nach ihrer, von B. angenommenen, Condensation, mit flammender Verbrennung oxydirt werden sollten.

4) Damit wäre also für den Ursprung (das Vorhandenseyn) des Materials zu den Meteorsteinen in den oberen Regionen der Atmosphäre gesorgt.

Man sieht leicht ein, dafs, da die drei ersten Sätze nicht für richtig erkannt werden können, diefs ganz und gar nicht der Fall ist.

5) Angenommen, dafs Lager von gasförmigen Metallen sich auf der Oberfläche der Erdatmosphäre in derjenigen noch unbekannten Höhe befinden, wo die letzte Untheilbarkeit ihrer Atome ihre weitere Expansion im Raume verbietet, was würde die Folge seyn, wenn ein gegebenes Volum — z. B. 1 Cubicmeile — von dieser zusammengesetzten Masse durch irgend eine Ursache (Kraft), hinreichend den

Widerstand der Luft zu überwinden und die Masse vor gröfserer Zerstreuung zu bewahren, in die Tiefe des Luft-Oceans gestürzt würde, auf welchem sie vorher schwamm?

Dieser Satz geht ebenfalls von der Ansicht aus, dafs die metallischen Gase, oder gasförmigen Metalle sich lagenweise in den höchsten Regionen der Erdatmosphäre befinden oder auf derselben schwimmen könnten. Wie wenig Grund vorhanden ist dieses anzunehmen, geht aus den gegen die drei ersten Sätze des Dr. Butler erhobenen Zweifeln hervor, indem sich wohl eine Vertheilung solcher Gase in der Atmosphäre, ein Durchdrungenseyn dieser von jenen denken läfst, nicht aber ein solches lagerartiges Beisammenseyn und Obenaufschwimmen derselben.

Wenn man aber wirklich annehmen dürfte, dafs in den höchsten Theilen der Atmosphäre eine gröfsere Menge dieser Gase vereinigt seyn könnte, so enthält doch der fünfte Butler'sche Satz eine sehr dunkle Vorstellung. Dunkel ist die Vorstellung von dem Verhältnisse eines Gases in dem Zustande, in welchem es aufhört expansibel zu seyn, zu der Luft oder dem atmosphärischen Gase, das doch so gut wie jedes andere Gas in denselben Zustand kommen mufs. Dunkel ist ferner die Vorstellung von einer in dem Grade scharf abgeschnittenen Oberfläche der Atmosphäre, dafs Etwas darauf, wie auf der Oberfläche des Wassers, schwimmen könnte. Von diesen Verhältnissen hat die Physik zu wenig Kenntnisse, um auf dieselben Hypothesen zu gründen.

Wären aber diese Verhältnisse in der That so vorhanden, wie Dr. B. sie voraussetzt, so stöfst man alsdann auf einen der schwierigsten und dunkelsten Punkte seiner Hypothese. Es bedarf nämlich einer Ursache (Kraft), welche die, wegen ihrer Thätigkeit, und angenommenen Leichtigkeit, in die höchsten Theile emporgestiegenen

dort im höchsten Grade der Expansion befindlichen, oder gar auf der Luft schwimmenden Massen der Metallgase in die Tiefe des Luft-Oceans herabzieht, und dabei so zusammenhält, dafs diese leichten, höchst expansibeln Wesen nicht nur nicht weiter zerstreut, auch durch den Widerstand der mit der Nähe an dem Erdkörper an Dichtigkeit zunehmenden Luft nicht aufgehalten, sondern sogar zu festen Körpern condensirt werden können. Eine solche Kraft aufzufinden, wird um so schwerer seyn, als durch dieselbe gerade das Gegentheil von dem, nach **Butler**, als gewöhnlich, naturgemäfs und permanent betrachteten Hergang bewirkt werden soll: das Herabziehen derjenigen Stoffe, die ihrer Leichtigkeit wegen unaufhörlich in die Höhe steigen müfsten.

6) Im Herabfallen würde ihr Umfang stufenweise vermindert werden, und ihre heterogenen Atome einander genähert durch den zunehmenden Druck der Atmosphäre, bis derjenige Grad von Annäherung erreicht wäre, bei welchem ungleichartige, eine mächtige Verwandtschaft zu einander habende Atome anfangen könnten in Verbindung zu treten.

Man bemerke hier wohl, dafs Dr. B. nicht ein Concentriren der Gase *vor* ihrem Herabsteigen in die dichtere Atmosphäre annimmt, sondern sie in ihrem expandirten Zustande in das dichtere Mittel herabfallen läfst, und ihr Concentriren erst als eine Folge des Eintretens in dieses Mittel darstellt. Dagegen — vorerst noch abgesehen von der Kraft, die das Herabfallen bewirken soll — möchte Manches zu erinnern seyn. Einmal rechnet Dr. B., bei der von ihm angenommenen Vereinigung der zerstreuten Atome, auf den Druck der Atmosphäre. Da aber dieselbe Atmosphäre die Gasarten nicht gehindert haben soll, zertheilt in derselben hinaufzusteigen, so begreift man schwer, wie es geschehen soll, dafs sie erst beim Herabsteigen derselben einen condensirenden Druck gegen sie ausübe. Dr. B. wird darauf vielleicht entgeg-

nen, dafs die Gasarten in einzelne, sehr kleine Theilchen zerstreut emporsteigen, die sich einander nicht nähern können, dafs sie aber oben vereinigt seyen und als ganze Massen herabkommen. Aber eben diese Vereinigung zu ganzen Massen und Lagen ist, wie oben gezeigt worden, nicht erwiesen, ja nicht einmal wahrscheinlich.

Ferner ist es sehr schwer denkbar, dafs ein gewisses Volum gasförmiger, äufserst leichter Stoffe in eine specifisch schwerere (denn sie sollen ja darauf schwimmen) Masse ähnlichen Stoffes als ein unzerstreutes Ganze eindringen könne; und dafs der Druck, den die Masse des schwereren Gases auf dieses leichtere ausüben mufs, das letztere nicht vielmehr vom Eindringen abhalten und an seinen vorigen Platz zurückdrängen müsse. Schwerlich würde der von der Luft auf die von oben her in dieselbe eindringen wollende Gase ausgeübte Druck von der Art seyn, dafs er die Annäherung und Vereinigung der in den Gasen enthaltenen chemisch verwandten Stoffe bewirken oder befördern könnte.

7) In diesem Falle, und angenommen, die gasförmige Masse bestehe aus den gewöhnlichen Bestandtheilen der Meteorsteine, so würde die erste Combination, die da einträte, die der Atome von *Silicium*, *Aluminium*, *Calcium* und *Magnesium* seyn, mit den Atomen des in der Luft befindlichen *Oxygens*. Die Theilchen von *Eisen*, *Nickel*, *Chrom*, *Kobalt* und *Schwefel*, die nicht eine so starke Verwandtschaft mit dem Oxygen haben, würden unordentlich in die *strong fluid-mafs* eingewickelt werden, und würden, so lange sie flüssig bliebe, dabei füglich zum Theil oxydirt werden durch die Kraft der Anziehung, und kleine gleichförmige Massen bilden, indem sich hie und da der Schwefel mit dem Eisen verbinden würde, und die erdigen Stoffe würden sich mehr oder weniger vollkommen

krystallisiren, nach Mafsgabe der Schnelligkeit der durch die schnelle Entziehung der Wärme, die die Atmosphäre verursachen würde, bewirkten Verdichtung.

Nur wenn der vorhergehende Satz (6) als haltbar angesehen werden könnte, würde dieses wohl im Ganzen auch bestehen können. Etwas dunkel ist die Butler'sche Vorstellung von dem Uebergange der Masse aus der Gasform in die feste. Es scheint dabei eine Mittelstufe, die flüssige Form — also, wo von Metallen die Rede ist, die Schmelzung — für nothwendig anzusehen. Ist diese Nothwendigkeit vorhanden? finden nicht unmittelbare Uebergänge aus der Gasform in die Krystallform ohne die Mittelstufe der Schmelzung statt? Bei den meisten Meteorsteinen haben nur die darin vorkommenden Metallkörper das Ansehen von erlittener Schmelzung, so wie die dünne Rinde, nicht aber die Hauptmasse. Mufs man annehmen, dafs die meteorischen Steinmassen eine Schmelzung erlitten haben, so pafst doch dieses allein auf sie, und nicht auf die einer krystallinischen gemengten Felsart ähnlichen gewöhnlichen Meteorsteine. Ueberhaupt mufs der Procefs, der die einen bildet, doch verschieden von dem zu Bildung der anderen erforderlichen seyn.

8) Die Acte der Verdichtung und Verbindung würden begleitet seyn von der Entwicklung einer ansehnlichen Menge latenter Wärme und latenten Lichtes, und würden mit einer lauten Explosion endigen, letztere verursacht durch das plötzliche Zusammenfallen der umgebenden Atmosphäre; — mit wenig Worten: ein Lichtblick würde erscheinen, und die verdichtete Masse würde sich flüssig und weifsglühend zeigen.

Auch in Ansehung dieses Satzes beziehe ich mich auf das Vorhergesagte. Die vollkommene Schmelzung scheint bei Bildung des Meteorsteins eher gehindert als befördert wor-

den zu seyn, da sie keine Verglasung ihrer steinartigen Theile, sondern eine unvollkommene und verworrene krystallinische Bildung desselben zeigen.

9) Erwägen wir, dafs die Erde selbst ein ungeheurer Magnet ist, dafs das von den Polargegenden ausstrahlende Nordlicht in genauen Verhältnissen mit ihren magnetischen Polen steht und die Nadel bewegt, und dafs es folglich ein magnetisches Phänomen ist, so kann man sich kaum enthalten, an die Existenz eines Einflusses zu glauben, den der Magnetismus auf die gemäfsigten und Aequatorial-Gegenden der Atmosphäre ausübt, obgleich, wahrscheinlich wegen der sehr abgeplatteten Gestalt des atmosphärischen Sphäroïds, und der dem gemäfs grofsen Höhe dieser Gegenden, die Ansicht derartiger Erscheinungen den Bewohnern dieser Breiten versagt ist.

Hiermit macht Hr. B. den Uebergang aus den vorher vorgetragenen Sätzen in seine Hypothese selbst, um zu zeigen, dafs die Bildung der Meteorsteine mit zu den Erscheinungen oder Wirkungen des tellurischen Magnetismus gehören möge. Er führt das Nordlicht als ein Beispiel dafür an, dafs die Wirkung dieser, dem Erdball eigenen Kraft auch in der Höhe der Atmosphäre eigenthümliche Erscheinungen hervorbringen könne. Da ihm aber hierbei der Umstand im Wege ist, dafs die Nordlichter über eine gewisse Entfernung von den Polen hinaus nicht wahrgenommen werden, Meteorsteinfälle aber in allen Zonen vorkommen, so sucht er das Nichtsichtbarseyn der ersten in den Aequatorial-Gegenden aus der Höhe der Wölbung des Luftsphäroïds über diesen zu erklären. Wie weit diese Erklärung zulässig ist, mag vorerst dahingestellt bleiben, obgleich viel wahrscheinlicher ist, dafs die Nordlichter nur um die Pole gesehen werden, weil sie sich wirklich nur um diese, und nicht in der magnetischen Indifferenz-Gegend bilden. Indessen

scheint dieses allein gerade kein Einwurf gegen die Hypothese des Hrn. B. zu seyn, da es sich wohl denken liefse, dafs die zu Bildung der Meteorsteine erforderliche Wirkung des Magnetismus auf die Grundstoffe derselben an ganz anderen Punkten der Atmosphäre einträte, als an denjenigen wo das Meteor explodirt.

10) Dieses angenommen, und erwogen, wie mächtig die verwandten Kräfte der Elektricität und des Galvanismus die chemische Verwandtschaft beherrschen, können wir leicht darauf kommen, zu begreifen, dafs magnetische Wirkung im Stande seyn möge, unabhängige Massen der höheren Schichten der Atmosphäre in ihre niedrigsten Gegenden auf solche Weise herabzustürzen, wie es die Hypothese fordert.

11) Einen der wichtigsten Gründe für seine Hypothese findet Dr. B. darin, dafs von 52 Substanzen, welche nach dem jetzigen Stande der Chemie als einfach oder elementarisch betrachtet werden, nur *vier* den Gesetzen des Magnetismus unterworfen sind. Die Meteorsteine bestehen aus *zehn* Elementen, und unter diesen finden sich die *vier magnetischen: Eisen*, *Nickel*, *Chrom* und *Kobalt;* und was die übrigen *sechs* Bestandtheile betrifft, so sind *fünf* derselben: *Silicium*, *Aluminium*, *Calcium*, *Magnesium* und *Schwefel*, vielleicht die vorwaltenden Bestandtheile des festen Theils des Erdballs; daher können diese am wahrscheinlichsten (nach der Hypothese nämlich) in den hohen Regionen im Ueberflusse vorhanden seyn, und den sechsten: das *Oxygen*, giebt die Atmosphäre selbst her.

Wenn der Versuch des Dr. B., in 10) seine Hypothese aus den vorgetragenen, wenig haltbaren Vordersätzen aufzubauen, ebenfalls noch sehr vag ist und sich im Allgemeinen hält, so sind doch die in 11) zusammen-

gestellten Thatsachen einer näheren Beachtung nicht unwerth.

Wenn nun gleich aus diesem Allen hervorgeht, dafs die Butler'sche Hypothese, da sie auf theils unerwiesenen, theils sogar als irrig erkannten Vordersätzen beruht, nicht haltbar ist, so habe ich sie doch nicht mit Schweigen übergehen mögen, da sie wenigstens in die Geschichte der Vorstellungen über die Bildungsweise der Meteorsteine gehört.

Vornehmlich aber habe ich ihrer um deswillen ausführlich gedacht, um daran zu erinnern, dafs die Acten zu Erklärung des Phänomens der M. St. noch bei weitem nicht geschlossen sind, und dafs es noch sorgfältiger Beobachtungen bedarf, um besonders Mittel zu Beantwortung der Frage zu gewinnen: ob das Phänomen der Erde und ihrem Dunstkreise, oder dem Weltraume angehört?

Die Muthmafsung vom atmosphärischen Ursprunge desselben hat, wie mich dünkt, eine bedeutende Stütze darin, dafs diese Körper als Bestandtheile durchaus nur solche Stoffe enthalten, die nicht nur unserem Erdball eigen sind, sondern die auch sogar unter allen übrigen ihm eigenen Bestandtheilen die wichtigste Rolle in allen sich auf und aus ihm entwickelnden Naturerscheinungen spielen, namentlich in Beziehung auf den Magnetismus — der so Vieles zu umfassen, die Triebfeder von so Vielem zu seyn scheint; — dafs diese, neuerlich auch in dem Regenwasser entdeckten Stoffe (Zimmermann in Kastner's Archiv, Bd. I), die Fähigkeit besitzen, aus der festen in die Gasform überzugehen, und aus dieser wieder in jene; dafs solche Umwandlungen durch Galvanismus und Elektricität bewirkt werden können, welche anerkannt nur besonders bedingte Aeufserungen des Magnetismus sind, oder von welchen dieser nur eine besondere Aeufserung ist. *Wie* aber die Wirkung eben

beschaffen ist, welche die in Gasform aufgelösten Stoffe in die höchsten Regionen der Atmosphäre sammelt, sie dort zum Zusammentreten in feste Masse unter den bekannten meteorischen Erscheinungen zwingt, das schon zu erklären, reichen unsere Wahrnehmungen noch nicht hin. Ganz verwerfen darf man darum wenigstens die Hauptidee nicht, auf welcher die hierauf gerichteten Hypothesen beruhen, wenn sie selbst auch an entschiedenen Mängeln leiden.

Die Muthmaſsung von der kosmischen Herkunft der meteorischen Steine und Eisenmassen sucht ihre Hauptstützen in der groſsen Höhe, in welcher man die Meteore wahrgenommen hat oder zu haben glaubt, und in der Geschwindigkeit ihres Laufes, welche der der planetarischen Weltkörper nahe kommen soll. Ihren Haupteinwand gegen die Hypothese vom atmosphärischen Ursprung der Meteormassen nimmt sie daher, daſs sie das Daseyn der erdigen und metallischen Bestandtheile derselben in der Atmosphäre, und insbesondere in dem oberen äuſserst verdünnten Theil derselben nicht für möglich hält.

Diese Einwendung an sich kann, bei dem jetzigen Stande der Chemie und bei den von der Atmosphäre erlangten Kenntnissen, nicht als entschieden betrachtet werden. Man weiſs jetzt wenigstens, daſs die Bestandtheile der Meteormassen sich nicht nur in der Atmosphäre befinden können, sondern daſs sie sich auch wirklich darin befinden. Es beruht nur noch darauf, zu ergründen, ob es Kräfte giebt, und welche, die die Vereinigung dieser im höchsten Grade verflüchtigten, und nothwendig über auſserordentlich groſse Räume verbreiteten Bestandtheile zu einem festen Körper zu bewirken vermögen, und eine deutliche, naturgemäſse Vorstellung einer solchen Wirkungsweise zu erlangen. Auch die Einwendung, die man von der beträchtlichen, ja ungeheuern Gröſse des Volums von Gas, das erforderlich seyn würde, den festen

Stoff zu einer Meteormasse von mehreren Pfunden oder gar Centnern herzugeben, gegen diesen Bildungsprocefs nimmt, scheint mir nicht entkräftend; denn dafs dieser Procefs von sehr grofsartiger Natur ist, beweisen die ihm begleitenden grofsartigen und gewaltigen Erscheinungen.

Was aber die vorhin genannten beiden Hauptstützen der kosmischen Hypothese betrifft, die grofse Entfernung der Meteore und die Geschwindigkeit ihres Laufs, so beruhen diese darauf, dafs man die Meteorsteinfälle, die Feuerkugeln aller Art, die Sternschnuppen, und selbst die Lichterscheinungen, die dann und wann von Astronomen durch Fernröhre wahrgenommen worden sind, ohne Weiteres für eine und dieselbe Erscheinung angenommen hat. Chladni, der geistreiche Schöpfer der kosmischen Hypothese, und alle ihm folgenden Vertheidiger derselben, gehen von diesem Vordersatze aus, wie von einer unbezweifelt feststehenden Wahrheit. Aber darf man denselben wohl als eine solche annehmen? Mir scheint es doch, dafs der Beweis dafür noch zu führen sey.

Bis jetzt ist kein Meteorsteinfall so vollständig beobachtet worden, dafs sich über die Höhe, die Geschwindigkeit des Laufs und über die Form der Bahn des Meteors ein zuverlässiges Resultat ergeben hätte. Man hat z. B. noch kein Meteor, mit welchem Etwas herabgefallen ist, so zeitig beobachtet, dafs es noch das Ansehen einer Sternschnuppe gehabt hätte. Bei weitem die meisten sind nur sehr kurze Zeit gesehen worden; selten steigt die Beobachtungszeit zu Minuten hinauf. Man bemerkte diese Meteore entweder am Tage zuerst als Wölkchen, die anfangs wenig Aufmerksamkeit erregten, oder Nachts, wenn sie schon als grofse Feuerkugeln erschienen, und dem Herabfallen sehr nahe waren.

Die von Chladni (*Feuermeteore*, S. 21 bis 28 etc.) angeführten ziemlich zahlreichen Beispiele von Lichterscheinungen, die eine grofse Höhe und planetarisch ge-

schwinde Bewegung gehabt haben, betreffen sämmtlich nur Sternschnuppen und sogenannte Feuerkugeln, mit denen Nichts herabgefallen ist. Unter den von Chladni verzeichneten Steinfällen findet man Nichts von brauchbaren, zuverlässigen Beobachtungen über die Geschwindigkeit der Bewegung der Meteore. Einige wenige Fälle haben nur Elemente zu Muthmafsungen darüber gegeben, wie man z. B. bei einem derselben aus der zwischen der gesehenen blitzähnlichen Lichterscheinung und der gehörten Entladung verflossenen Zeit auf die Höhe, in welcher das Zerspringen des Meteors geschehen seyn mufste, geschlossen hat. In einem dieser Fälle schätzte man die Höhe des Meteors auf zwischen 15000 und 29000 Toisen (man war also um die Hälfte ungewifs). Nimmt man auch die gröfste dieser Zahlen für die wahre Höhe, so ist eine Höhe von ungefähr sieben Meilen über der Erdfläche doch schwerlich grofs genug, um das, was dort vorgeht, nicht als Zubehör der Erde und ihres Luftkreises betrachten zu können. Selbst eine Höhe von 12 bis 13 Meilen, wie die von Olbers am 26. Sept. 1829 beobachtete Feuerkugel gehabt zu haben scheint, ja noch gröfsere, von 20 bis 60 Meilen, möchten noch nicht berechtigen, die in solchen Höhen vorgehenden Processe von dem Dunstkreise der Erde hinweg in den grofsen Weltraum zu verweisen.

Hr. Egen hat in einem diesen Gegenstand betreffenden Aufsatze (s. diese Annalen, Bd. LXXII S. 375 bis 422) das mit einem Steinfalle verbundene Meteor von *Angers* vom 3. Juni 1822 — vielleicht das Einzige, das, da es an zwei verschiedenen Orten mit einer gewissen Sorgfalt beobachtet wurde, einige Elemente zu Schätzung seiner Höhe und Geschwindigkeit darbietet — benutzt, diese Bestimmungen daraus zu finden. Da sieht man denn deutlich genug, theils dafs die Berechnung nur sehr schwankende Resultate liefert, theils dafs sich daraus we-

nigstens eine sehr geringe Geschwindigkeit der Bewegung des Meteors ergiebt.

Ein starker Grund gegen die Annahme einer sehr großen Entfernung solcher Meteore von der Erde möchte wohl auch in den knallenden Entladungen zu finden seyn, die sich dabei oft von furchtbarer Stärke hören lassen. Wie würde dieses möglich seyn, wenn die Explosion in einer Höhe von mehreren Meilen erfolgte.

Daſs man elektrische Erscheinungen in der Atmosphäre bei Meteorsteinfällen wahrgenommen hat, daſs Feuerkugeln sich mit Erdbeben und mit großen atmosphärischen Erscheinungen zugleich gezeigt haben, wofür sich eine Menge von Beispielen finden; das deutet ebenfalls dahin, daſs die großen Feuermeteore, mit oder ohne Herabfallen mineralischer Massen, der Erde und ihrer Atmosphäre nicht so ganz fremd seyn mögen, wie die kosmische Hypothese will.

Ich verweise nochmals auf den schon angeführten Aufsatz des Hrn. Egen, in welchem die sich dieser Hypothese entgegenstellenden Schwierigkeiten ausführlich und deutlich auseinandergesetzt sind. Chladni hat zwar seine Meinung dagegen vertheidigt (diese Annal. Bd. LXXV S. 247), indessen scheint er mir doch Egen's bedeutende Zweifel nicht gehoben zu haben; und jener so sehr verehrungswürdige Physiker möchte doch wohl mit etwas zu viel Vorliebe für seine Muthmaſsung behauptet haben: »die Ankunft der Meteorsteine *von Auſsen* sey nicht bloſs *Hypothese*, sondern vielmals gesehene und beobachtete Thatsache.« Das. S. 257.)

Nach Chladni's Vorstellung soll bei einem Meteorsteinfalle Etwas aus dem Weltraum in den Bereich der Erdatmosphäre kommen. Das Eintreffen der fremden Masse in dieser soll die Erscheinungen hervorbringen, die einem Meteorsteinfalle vorausgehen, der Fall selbst wird durch die Schwere bewirkt. Die ankommende fremde Masse nun soll entweder ein lockerer

Stoff seyn, vielleicht der, aus welchem sich Weltkörper bilden, oder sie soll vielleicht gar aus Trümmern zerbrochener Weltkörper bestehen.

Die letzte Ansicht scheint mir am allerwenigsten annehmlich, und mit derselben läfst sich insbesondere die mehrmals wahrgenommene springende Bewegung der Meteore gar nicht vereinigen; denn die Vorstellung, dafs ein solcher massiver Körper an einem luftigen Wesen, wie die Atmosphäre ist, das kaum eine eigentliche Oberfläche hat, appralleń, und gleich einer ricoschettirenden Kanonenkugel seine Bahn in Sprüngen fortsetzen soll, ist doch gar zu unnatürlich.

Denkt man sich aber die ankommende Masse als locker und gas- und oder nebelartig, so mufs man eine besondere Kraft, einen chemischen, oder elektrischen, oder galvanischen, oder magnetischen Procefs zu Hülfe nehmen, um einen Stein daraus bilden zu lassen. Dann aber treten alle dieselben Schwierigkeiten ein, die man zum Behufe der Erklärung eines solchen Processes zu überwinden hat, wenn man den lockeren Stoff nicht aus dem fernen Weltraum kommen läfst, sondern ihn als schon der Atmosphäre angehörig betrachtet: namentlich der Umstand, dafs eine in Luftform expandirte Masse von einem ungeheuer grofsen Umfang seyn mufs, wenn sie den Stoff zu einem, mehrere Pfunde oder gar Centner schweren steinartigen Körper liefern soll.

Ueberhaupt aber scheint aus allen bei Meteorsteinfällen sich zeigenden Erscheinungen hervorzugehen, dafs dieselben nicht blofs durch das Herabfallen eines schon fertig gebildeten festen Körpers bewirkt worden, sondern dafs sie die Wirkungen eines Processes sind, mittelst dessen eine Umwandlung der Form gewisser Stoffe geschieht, d. i. eben ein Körper neu gebildet wird. Die schwarze Wolke, die oft sehr grofsartigen Lichterscheinungen, die donnerähnlichen Entladungen können von dem blofsen Durchfliegen eines festen Körpers durch die

Atmosphäre nicht hervorgebracht werden. Könnte eine völlig gebildet, aus dem Weltraume daher fliegende Eisenmasse durch Reibung in der Erdatmosphäre selbst einen solchen Grad von Erhitzung erleiden, dafs sie zum Schmelzen käme — so würde sie beim Auffallen auf den Boden eine ganz breite, dünne Gestalt und alle Eindrücke des Bodens annehmen müssen; denn die Erhitzung müfste doch mit der Annäherung des fallenden Körpers an die Erde zunehmen, theils wegen der zunehmenden Reibung in der abwärts dichter werdenden Luft, theils wegen der sich im Falle beschleunigenden Bewegung. Alle herabgefallenen Stein- und Eisenmassen aber zeigen alle Kennzeichen davon, dafs sie schon vor dem Auffallen völlig erstarrt gewesen sind, und auch ihre Form erhalten haben ehe sie auffielen, eben auch, dafs sie sich bereits im Erkalten befanden, als sie fielen. Dieses beweisen besonders die eigentlichen Steinregen, bei denen mehrere Steine gefallen sind, die sich nicht als Bruchstücke eines Ganzen, sondern als einzeln ausgebildete, ringsum mit Rinde versehene Körper ausweisen.

Ich komme auf die Vorstellung zurück, welche Feuerkugeln und Sternschnuppen aller Art ganz für dieselbe Erscheinung nimmt, die sich in den Meteorsteinfällen zeigt. Gegen diese Vorstellung scheint mir unter Anderem auch die so sehr häufige Erscheinung der Sternschnuppen wenigstens einen Zweifelsgrund abzugeben. Bekanntlich zeigen sich die Sternschnuppen in solcher Menge, dafs man deren bisweilen mehrere Hunderte in Einer Nacht wahrgenommen hat. Dagegen sind doch die Meteorsteinfälle — und wenn auch neunundneunzig Hunderttheile der Wahrnehmung entgehen — eine verhältnifsmäfsig wahrhaft grofse Seltenheit.

Wenn man aber Grund hat, den Sternschnuppen, oder wenigstens einem Theil derselben, eine so grofse Entfernung und eine so planetenartige Bewegung zuzuschreiben, dafs man sie für der Erde ganz fremdartige

Kör-

Körper halten mufs; wie kann man da behaupten, dafs diese Lichterscheinungen — die man nur auf einem kleinen Theile ihrer Bahn während weniger Augenblicke wahrnimmt — bei denen man Nichts weifs von den mit ihrem Entstehen und ihrem Verschwinden verbundenen Umständen — von denen man nicht einmal weifs, ob der Anfang und das Ende ihres Erscheinens wirklich ihr Entstehen und Vergehen ist, und nicht vielleicht nur Folge ihrer Annäherung in den Bereich unseres Gesichts und Entfernung aus demselben — bei denen man kein Herabfallen, keine Entladung wahrnimmt; — wie kann man, sage ich, zu behaupten wagen, dafs diese Art von Lichterscheinungen ganz identisch mit den Meteorsteinfällen seyen, bei welchen gerade diejenigen Kennzeichen, die die Aehnlichkeit zwischen beiden Erscheinungen begründen sollen, die am wenigsten beglaubigten sind!

Vielleicht giebt es sehr verschiedene Arten von Phänomenen, die sich sämmtlich uns Erdbewohnern nur als Lichterscheinungen zeigen. So wie eine Sternschnuppe, ist sie klein, uns erscheint wie ein kleiner Fixstern, gröfser wie ein Planet, auch wohl noch gröfser wie der Mond, oder wie ein Komet, und deshalb doch keines von allen diesen ist; so können auch sehr verschiedenartige, sich theils in, theils aufser der Erdatmosphäre ereignende Phänomene, sobald nur dabei Licht entwickelt (oder vielleicht gar nur zurückgeworfen) wird, auf das einzige Organ in uns, welches für sie empfänglich ist — das Auge, ganz einerlei Eindruck hervorbringen, während alle übrigen dazu gehörigen Erscheinungen für unsere Wahrnehmung verloren sind.

Einen neuen Gedanken über Entstehung der Meteorsteine hat Prof. v. Scherer in Wien den dort im J. 1832 versammelten Naturforschern vorgelegt. Er ist geneigt, diese Körper aus dem Monde stammen zu lassen. Allein er betrachtet sie nicht als *Erzeugnisse* der Vulcane im Monde, sondern als losgerissene und ausge-

schleuderte Stücke von Mondgebirgen, welche durch die Wirkung eines *elektrischen Actes* (so drückt sich Hr. Scherer aus) in den Zustand gekommen sind, in welchem wir sie finden. Nur ein solcher Act scheint ihm die Entstehung der dünnen schwarzen Rinde der Meteorsteine zu erklären, die, wie er sagt, nur durch eine blitzschnelle, intensive, die Steinflächen schmelzende Hitze bewirkt worden seyn kann. Auch das gediegene Eisen in den Meteorsteinen und die herabgefallenen Gediegeneisen-Massen geben dem Verfasser einen Grund zu seiner Vermuthung; weil der Mond ein wasserloser Körper zu seyn scheint, auf welchem also keine Wasserzersetzung vorgehen, folglich auch kein Sauerstoff, und daher kein oxydirtes, sondern nur gediegenes Eisen vorhanden seyn kann. — Isis von Oken, 1833, H. 4 bis 6 S. 481 [1]).

XII. *Beobachtung eines St. Elms-Feuers; mitgetheilt vom Med. Assessor Mohr in Coblenz.*

In der Neujahrsnacht von 1833 auf 1834, welche sich durch die fürchterlichsten Stürme und Verheerungen, so wie durch die gleichzeitigen Ueberschwemmungen in ganz Europa auszeichnete, reiste Hr. Dr. G... um 8 Uhr Abends zu Pferde von Jülich nach Düren, etwa $2\frac{1}{4}$ Meilen von da entfernt, in Begleitung seines Dieners ebenfalls zu Pferde. Es war dunkele schwarze Nacht, keine Spur von Sternenhelle zu erblicken, das Wetter stürmisch und regnerisch, abwechselnd in Regenschauern und stoſsweise mit Schnee und Hagel herabströmend, die Straſsen mit Wasser bedeckt. Am Thore zu Jülich zündete der Diener eine Pechfackel zur Leuchte an, allein der Sturmwind blieſs sie augenblicklich aus, und alle wiederholte Versuche waren vergeblich. Es war so finster, daſs man keinen Theil des Pferdes oder des Körpers

1) Hrn. Berzelius's Meinung in Betreff des Ursprungs der Meteorsteine (Ann. Bd. XXXIII S. 1) war dem Hrn. Verfasser zur Zeit der Einsendung seines Aufsatzes noch nicht bekannt. *P.*

[redacted]

sehen, die Hand vor den Augen nicht erkennen konnte. Sie mufsten sich den Augen der Pferde anvertrauen.

Der Weg führte zwischen dem Roerflusse und einem Walde hin, die beide etwa $\frac{1}{8}$ Meile von der Strafse entfernt blieben. Endlich führte der Weg über eine weite Fruchtebene bis nach Düren. Auf diesem Wege kam es Hrn. G. mehrmalen vor, als wenn ihm Lichtfunken vor den Augen schwebten. Sie verschwanden aber so geschwind, dafs er sie für Täuschung hielt. Als er eben durch den ausgetretenen Ellbach geritten war, sah er wieder zwei solche Feuerfunken dicht vor sich, welche nicht verschwanden, sondern festhielten, und so vielen Schein gaben, dafs er in 20 bis 30 Secunden die Ohrenspitzen seines Pferdes erkennen konnte [1]). In weniger als einer Minute traten die Ohren ganz beleuchtet hervor, und eben so schnell verbreitete sich das Feuer über den ganzen Kopf und Hals in schönem Glanze, in so weit dieselben nicht vom Mantel des Reiters bedeckt waren. Die Erscheinung war sehr frappant. Das Pferd hielt die Ohren steif und ging etwas schüchtern in raschem Schritte voran. Das Pferd war bei dem beständigen Schrittreiten nicht warm, aber von Regen nafs. Hr. G. rief nun seinem, hinter ihm reitenden Diener zu, und fragte ihn, ob er nichts an seinem Pferde bemerke? dieser antwortete: Herr! mein Pferd ist auch so, und als Hr. G. darnach umschaute, sah er das andere Pferd in gleichem Lichte glänzen. Es schien, als wenn auf jeder längeren Haarspitze des Pferdes ein Feuerfunken sitze, gröfsere

1) Erschienen diese Funken auf den Spitzen der Ohren des Pferdes oder auf den Wimpern der Augen des Beobachters? — Wie die Beschreibung abgefafst ist, wird man unwillkührlich an die Doppelsterne erinnert, als welche sich, nach Plinius Schilderung, das Elmsfeuer zeigen soll, wenn es eine glückliche Vorbedeutung hat. — Der Nachsatz, dafs in weniger als einer Minute die Pferdeohren ganz beleuchtet hervortraten, läfst denn aber doch wohl keinen Zweifel, dafs diese hier die Stellvertreter von Kastor und Pollux waren. *P.*

auf den längeren, und fast unmerkliche auf den kleinen. Besonders schön, wie kleine Johanniswürmchen, waren diese Lichtpunkte auf den, am Eingange der Naselöcher und der Ohren sitzenden Haaren, seltener am vorderen Halse nach dessen rechten Seite hin, aber höchst brillant folgten sie dem Laufe der Mähnen, wo die Feuerfunken wie Perlen in den einzelnen Haaren eingeschoben zu seyn schienen. An dem Kamme, vom Kopfe bis zum Anfange des Rückgrats, wo die Mähnen sich links schlagen, standen viele Haare in die Höhe, deren Spitzen alle mit diesen Lichtpunkten reich besetzt waren. Am Schweife und den übrigen Theilen der Pferde war nichts zu sehen, aber an der Pechfackel, welche der Diener wie ein Gewehr auf der Schulter liegen hatte, waren ähnliche Lichtpunkte auf allen Spitzen der Fäden zu sehen.

Die ganze Erscheinung dauerte 5 bis 6 Minuten, und erlosch dann allmälig, zuletzt an den Ohrspitzen. Sie gab so viel Licht, dafs Hr. G. seine Hand und Finger deutlich erkennen konnte. Nach einer Viertelstunde erschien das Feuer in derselben Art wieder. Hr. G. versuchte mit der Hand über den Hals und die Mähnen zu streichen, es erlosch auch einiges Feuer dadurch, allein es kam theilweise wieder zum Vorschein, und dauerte diefsmal 4 bis 5 Minuten. Drei bis vier Mal erneuerte sich diese feenartige Erscheinung, zuletzt gegen 11 Uhr, eine halbe Stunde Weges vor Düren, aber nur leicht, ohne sonderlichen Glanz, und dauerte etwa nur eine Minute. Der Diener behauptete, über Düren hin Blitze gesehen zu haben, die sein Herr jedoch nicht bemerkt hatte.

Das Licht hatte, nach der Bemerkung des Beobachters, nicht die Form von kleinen Flämmchen oder feurigen Spitzen, auch konnte er es nicht mit dem Lichtschein von faulem Holze oder von Phosphor vergleichen, sondern es waren Lichtpunkte von viel grellerem Glanze, etwa wie von angebranntem und ausglimmendem Papiere.

Schliefslich wird bemerkt, dafs in jenen Stunden, in welchen obiges Phänomen beobachtet worden, das Barometer in Cöln, etwa vier Meilen vom Beobachtungsorte entfernt, auf 27″ 11‴,1, das Thermometer +1°,3 R., in Coblenz ersteres auf 27″ 6‴,6, und letzteres +6°,9 R. gestanden haben.

XIII. *Ueber die Hemiëdrie und den Hemimorphismus des wolframsauren Bleioxyds; von C. Naumann.*

Der Isomorphismus von Kalkerde und Bleioxyd ist durch die Arbeiten von Mitscherlich, Rose, Heeren, Kersten und Johnston wohl ziemlich aufser Zweifel gesetzt, und es scheint daher die früher von Levy angegebene Uebereinstimmung zwischen den Dimensionen des wolframsauren Bleioxydes und der wolframsauren Kalkerde nothwendig stattfinden zu müssen. Nur möchte ich diese Uebereinstimmung nicht in der Weise annehmen, wie Levy gethan, indem dadurch eine Verwechslung der Gestalten aus den Haupt- und Nebenreihen der beiderseitigen Krystallreihen herbeigeführt wird. Levy scheint nämlich die Pyramide 2P∞ der wolframsauren Kalkerde mit der Pyramide P des wolframsauren Bleioxydes verglichen zu haben, von welchen jene an der Mittelkante 129° 2′, diese dagegen 131° 30′ mifst. Es beruht aber die Disjunction dieser beiden Gestalten keinesweges auf einer willkührlichen krystallographischen Deutung derselben, sondern sie folgt aus den Symmetrieverhältnissen der Combinationen, welche durch das Auftreten hemiëdrischer Gestalten in beiden Krystallreihen so bestimmt charakterisirt sind.

Statt des von Levy angedeuteten Zusammenhanges beider Krystallreihen, welcher doch immer noch eine be-

deutende Differenz der Winkel voraussetzt, bietet sich aber ein anderer, genauerer, und mit den Symmetrieverhältnissen der Combinationen völlig übereinstimmender Zusammenhang in dem Umstande dar, dafs die Pyramide P des wolframsauren Bleioxydes eine genau $\frac{3}{2}$ mal so grofse Axe hat, als die Pyramide P der wolframsauren Kalkerde. Setzen wir mit Levy die Mittelkante der letzteren Pyramide $=112^{\circ}\ 2'$, so wird die Mittelkante der aus ihr nach dem Coëfficienten $\frac{3}{2}$ abgeleiteten Pyramide $=131^{\circ}\ 36'$, wofür Levy am wolframsauren Blei $131^{\circ}\ 30'$ angiebt. Der Isomorphismus beider Krystallreihen wird hiernach so vollkommen, dafs man sie füglich als Theile einer und derselben Krystallreihe betrachten könnte, welche sich nur durch das Auftreten verschiedener einfacher Gestalten unterscheiden.

Die für die wolframsaure Kalkerde so charakteristische pyramidale Hemiëdrie, welcher zufolge die ditetragonalen Pyramiden und Prismen als tetragonale Pyramiden und Prismen von abnormer Flächenstellung auftreten, findet sich auch, nach Breithaupt's Angabe, am wolframsauren Bleioxyd. Schon die gewöhnlichen Varietäten von Zinnwald lassen eine einseitig, nach rechts oder links gewendete Bildung erkennen. Weit deutlicher ist diefs jedoch an der schönen Varietät zu beobachten, welche im Jahre 1832 auf dem Zwieseler Stollen bei Berggiefshübel vorkam. Die Krystalle dieser Varietät sind graulichweifs, fast durchsichtig, und so ebenflächig, scharfkantig und stark glänzend, dafs man sie auf den ersten Anblick für etwas ganz anderes halten möchte. Das hiesige academische Museum und die Sammlung des Herrn Bergrath Freiesleben enthalten sehr ausgezeichnete Stücke davon, und namentlich ist ein in der letzten Sammlung befindliches Exemplar sehr lehrreich, weil es in den verschiedenen Individuen den bestimmtesten Uebergang aus den völlig scharfkantigen, diamantglänzenden Pyramiden in die krummflächigen, spindelförmigen, fettglänzen-

den Säulen erkennen läfst, und somit die Varietäten von Giefshübel mit jenen von Zinnwald verbindet. Vorzüglich interessant aber wird die Giefshübler Varietät durch einen, an vielen Individuen mit grofser Bestimmtheit und Regelmäfsigkeit ausgebildeten Hemimorphismus, indem diese Krystalle an beiden Enden der Hauptaxe die Flächen verschiedener Gestalten zeigen.

Da dieses, meines Wissens, das erste erwiesene Beispiel von Hemimorphismus aus dem Gebiete des Tetragonalsystems ist, und da auch die übrigen Krystalle, vermöge ihrer sehr deutlichen hemiëdrischen Ausbildung, interessant sind, so mögen sie etwas näher beschrieben werden.

Die einfachsten Formen sind die Pyramide P oder auch die Combination $P.0P$, Fig. 4 Taf. III; sie erscheinen meist sehr ebenflächig, scharfkantig, diamantglänzend, lassen jedoch gewöhnlich eine zarte Streifung in der Weise erkennen, wie es die Figur zeigt, wodurch sich sogleich die pyramidale Hemiëdrie der Krystallreihe verräth. Das Merkwürdige bei dieser Streifung ist, dafs solche durch Flächen-Elemente, nicht einer halben ditetragonalen Pyramide Pn, sondern der tetragonalen Pyramide $P\infty$ hervorgebracht wird, wodurch die von mir früher ausgesprochene Ansicht bestätigt zu werden scheint, dafs in hemiëdrischen Krystallreihen dieser Art die Flächen der Pyramiden der Nebenreihen zwar vollzählig auftreten, aber eigentlich doch nur, entweder als die rechten oder als die linken Hälften der Flächen dieser Pyramiden zu deuten sind.

Fig. 5 stellt die Combination $P.\infty P.\frac{l}{r}\frac{\infty P2}{2}$ vor, in welcher die prismatischen Flächen fettglänzend und etwas gekrümmt sind, während die pyramidalen Flächen noch diamantglänzend und eben erscheinen. Zwischen P und $\frac{\infty P2}{2}$ treten zuweilen als Abstumpfungsflächen ihrer Com-

binationskanten die Flächen einer halben ditetragonalen Pyramide $mP\frac{2m}{m+1}$ (wahrscheinlich $2P\frac{4}{3}$) auf, Fig. 6, immer etwas gekrümmt und mit abgerundeten Kanten in die anstofsenden Flächen übergehend. Diese beiden Combinationen erklären die gewöhnlichen Krystalle von Zinnwald, indem gleichzeitig durch Verlängerung des Prismas und durch Krümmung und oscillatorische Combination der Flächen Formen wie Fig. 7 und 8 entstehen, welche endlich in die fast spindelförmigen Säulen wie Fig. 9 übergehen. Indefs pflegen die Zinnwalder Krystalle gewöhnlich statt P eine spitzere Pyramide zu haben.

Sehr ausgezeichnet vor allen bisher betrachteten ist die in Fig. 10 dargestellte hemimorphische Combination, welche meist so regelmäfsig wie ein Modell ausgebildet vorkommt. Die obere Hälfte des Krystalls zeigt P, $2P\frac{4}{3}$, zuweilen auch 0P, die untere Hälfte dagegen $P\infty$, 3P3 und P; diese letztere sehr untergeordnet, oft nur in schwachen Spuren. Die Flächen von P sind wie gewöhnlich stark glänzend und glatt, oder höchst zart gestreift; die von $P\infty$ dagegen schimmernd und rauh durch zahlreiche punktartige Elemente der unteren Flächen von P; die Flächen von 3P3 und $2P\frac{4}{3}$ endlich sind fettglänzend, gekrümmt und in einander verlaufend. Während die Bestimmung der Flächen $2P\frac{4}{3}$ nur wahrscheinlich ist, liefs sich die der Flächen 3P3 mit Sicherheit und unabhängig von aller Messung aus den Zonenverhältnissen folgern.

Ob dieser Hemimorphismus mit polarer Elektricität verbunden ist, konnte ich nicht prüfen, da mir keine isolirten Krystalle zu Gebote standen.

XIV. *Ueber das gediegene Iridium.*

Im neunten Bande, S. 1 und S. 96, von Schweigger's Jahrbuch für Chemie und Physik beschrieb Breithaupt Körner aus dem Uralschen Platin, die vorzüglich dadurch ausgezeichnet waren, dafs sie das höchste specifische Gewicht besitzen, welches wir kennen. Breithaupt beschreibt ihre Eigenschaften folgendermafsen:

Die Körner sind abgerundet und voller kleiner Höhlungen, eins derselben zeigte jedoch Spuren von Krystallisation; Breithaupt hielt es für ein Fragment eines Octaëders. Sie sind nach drei Richtungen spaltbar, wie es schien, nach denen des Hexaëders, doch sind die Spaltungsflächen nur schwer zu erhalten.

Die Körner haben starken und vollkommenen Metallglanz. Aeufserlich haben sie eine silberweifse Farbe, welche stark in's Gelbe fällt, innen eine silberweifse, welche in's Platingraue fällt.

Ihre Härte steht zwischen der des Feldspaths und des Quarzes; sie poliren daher auch die beste Feile, und sind mithin härter als alle bekannten Metalle und Metallcompositionen. Sie sind nur im geringen Grade dehnbar.

Das specifische Gewicht mehrerer Körner, die zusammen 0,1035 Drachmen wogen, fand Breithaupt 23,646. Das Gewicht zweier einzelnen Körner davon, die 0,03875 Drachmen und 0,0404 Drachmen (also etwa 0,14 und 0,136 Grammen) wogen, fand er 21,527 und 22,494.

Aus den Versuchen, die Breithaupt mit Lampadius anstellte, ergab sich, dafs die Körner fast nur aus Iridium mit nur sehr wenigem Osmium beständen, weshalb er dem neuen Minerale den Namen *gediegen Iridium* ertheilte.

Als im Sommer vorigen Jahres Hr. Prof. Schüler aus Freiberg nach Berlin kam, brachte er ein solches Korn mit, was Hr. Prof. Breithaupt für übereinstimmend mit den von ihm beschriebenen Körnern erklärt hatte. Prof. Schüler erlaubte mir sein specifisches Gewicht zu bestimmen; ich fand es 21,85 (Temperatur des Wassers 12° R.), sein absolutes Gewicht betrug 0,2840 Grammen.

Es glich im Aeufsern einem andern Korne, welches ich unter einer Partie Osmium-Iridiums von Newiansk im Ural gefunden hatte, und dessen specifisches Gewicht ich nun auch bestimmte. Sein absolutes Gewicht betrug 0,2622 Grm., sein specifisches 22,8000 (Temperatur des Wassers 12° R.).

Das Korn war ursprünglich etwas gröfser gewesen; ich hatte früher noch ein Stückchen davon abgeschlagen, um zu sehen, ob es die Spaltbarkeit des Osmium-Iridiums besitze, wofür ich es vor der Ankunft des Prof. Schüler gehalten hatte. Ich hatte zwar diese Spaltbarkeit nicht gefunden, war aber doch bei meiner Meinung geblieben, weil die Spaltungsflächen des Osmiums-Iridiums, wegen seiner grofsen Härte, schwer zu erhalten sind. Vor dem Löthrohr hatte ich das abgeschlagene Stückchen untersucht, und, wie bei dem gewöhnlichen Osmium-Iridium, keinen Osmiumgeruch, wie überhaupt keine Veränderung bemerkt.

In Rücksicht der Farbe stimmte mit den erwähnten Körnern noch ein Krystall überein, den ich selbst von Nischne Tagilsk mitgebracht hatte, wo ich ihn aus einer gröfseren Menge Platins, nebst den schon früher beschriebenen bleigrauen Tafeln von Osmium-Iridium ausgesucht hatte. Es war eine Combination des Hexaëders mit dem Octaëder, mit vorherrschenden Octaëderflächen, letztere recht glattflächig, doch nicht so glänzend, dafs sie Bilder reflectirten, daher der Krystall auch nur mit dem Anlege-Goniometer zu messen war. Die Hexaëderflächen

waren ungefähr 1 Linie breit. Ich hatte ihn noch nicht anderweitig untersucht, als ihn im Herbst vorigen Jahres Herr Professor Breithaupt bei seiner Anwesenheit in Berlin sah, und wegen seiner weifsen Farbe vermuthete, dafs er ebenfalls zu seinem gediegenen Iridium gehören möchte. Die Untersuchung des specifischen Gewichtes, die ich später vornahm, bestätigte diese Meinung vollkommen. Ich fand sein specifisches Gewicht 22,65 (Temperatur des Wassers 9°,3). Sein absolutes Gewicht beträgt nur 0,1880 Grammen.

Das erstere Korn nebst dem abgeschlagenen Stückchen hatte ich im vorigen Sommer an Berzelius geschickt, mit der Bitte es zu analysiren, wenn er es der Mühe werth hielt. Vor einigen Tagen hatte er die Güte, mir die Resultate der Untersuchung, die damit vorgenommen war, zu schreiben; und ich erlaube mir, wegen des Interesses des Gegenstandes, aus seinem Schreiben das hierher Gehörige mitzutheilen. Berzelius hatte die Analyse einem jungen Manne, dem Lieutenant Svanberg aufgetragen, der seit einem Jahre in seinem Laboratorium arbeitet, und sie unter seiner Aufsicht bewerkstelligte [1]). Bei der Operation wurde durchaus keine Entwicklung von Osmium bemerkt. Svanberg fand in dem Korne:

Iridium	76,85
Platin	19,64
Palladium	0,89
Kupfer	1,78
	99,16.

1) Berzelius hatte die Analyse nicht selbst angestellt, weil es nach den vorhandenen Untersuchungen wahrscheinlich war, dafs das Korn Osmium enthielte, und er, wie er mir schrieb, nicht die geringste Entwicklung von Osmium ertragen kann, ohne nicht sogleich einen fast convulsivischen Anfall von Husten zu bekommen.

nebst einer unwägbaren Spur von einer Substanz, die dem Titane glich, aber doch nicht bestimmt für Titan erkannt werden konnte, hält indessen doch die Zahlen nicht für völlig genau, da die geringe Menge des Minerals die Sicherheit in der Bestimmung verhinderte, welche erhalten werden kann, wenn man eine gröfsere Menge des Minerals zur Untersuchung anwenden kann.

Gustav Rose.

XV. *Vorkommen des Platins in Ava und am Harz.*

Im letzten Jahrgange dieser Annalen (Bd. XXXI S. 590) gaben wir Nachricht von der Auffindung des Platins in Frankreich, ohne zu ahnen, dafs wir so bald wiederum Gelegenheit haben würden, von neuen Vorkommnissen dieses immer noch seltenen Metalles reden zu können. Eine solche ist uns jedoch gegenwärtig in doppelter Weise dargeboten, einmal durch einen Aufsatz des Hrn. Prinsep im neuesten Bande (*Vol. XVIII pt. II p.* 279) der *Asiatic Researches* (*Calcutta* 1833), und dann durch eine briefliche Mittheilung des Hrn. Berzelius an Prof. Gustav Rose; wir können uns daher nicht versagen, aus den in beiden Quellen enthaltenen Nachrichten über neue Fundorte des Platins Einiges herauszuheben.

Das in Hrn. Berzelius Schreiben nachgewiesene Vorkommen des Platins ist zunächst nur in wissenschaftlicher Rücksicht von Interesse, macht aber in dieser Beziehung auf volle Beachtung Anspruch, da es zum ersten Male Deutschland mit Gewifsheit in die Reihe der platinführenden Länder stellt [1]). »Hr. Baron v. Wrede — so heifst es im

1) Eine apokryphe Nachricht über früher in Böhmen vorgekommenes Platin wurde bereits in diesen Annalen, Bd. XI S. 31[illegible] mitgetheilt.

[redacted]

jenem Schreiben — welcher neulich von mir zu einem gewissen Behufe etwas von dem Palladium erhielt, welches Bennecke bei seinen Versuchen auf der Wilhelmshütte (am Harze)[1]) aus dem Golde gezogen und mir zugesandt hatte, hat darin etwas Platin gefunden, woraus hervorgeht, dafs dieses Metall, wenn gleich nur in geringer Menge, sich auch in Deutschland vorfindet.«

Hrn. Prinsep's Aufsatz lehrt uns das Birmanen-Reich als eine neue Fundgrube des Platins kennen, welche dereinst, wenn jene Länder einmal in die Hände der Briten gefallen seyn werden, vielleicht auch für den Handel von Wichtigkeit werden kann. Nachstehendes ist der Hauptinhalt dieses Aufsatzes.

Die Vermuthung, dafs Platin im Goldsande von Ava vorkomme, hegte zuerst Hr. Charles Lane, ein zu *Amerapura*, der Hauptstadt der Birmanen (Burmesen) wohnhafter britischer Kaufmann, im Jahre 1830. Derselbe sandte durch den Major Burney, britischen Residenten in genannter Stadt, unter mehren Mineralien ein Knöpfchen des für Platin gehaltenen Metalls an Herrn Swinton, und dieser zeigte dasselbe am 31. Jan. 1831 in der Asiatischen Gesellschaft zu Calcutta vor. Schon von diesem Knöpfchen unterwarf Hr. Prinsep einen Theil einer chemischen Untersuchung, und fand dadurch, dafs es eine durch Kunst erzeugte Legirung sey von Platin, Gold und Iridium, nebst Eisen, Arsenik und Blei, welches letzteres offenbar zugesetzt worden war, um die Masse schmelzbar zu machen. Diese Legirung besafs das specifische Gewicht 17,2 und schmolz bei 1900° von Hrn. Prinsep's Pyrometer (Annal. Bd. XIV S. 525).

Diese wenigstens das Vorkommen des Platins in Ava erweisende Versuche machten Hrn. Prinsep begierig, das Erz in seinem natürlichen Zustande kennen zu lernen. Er wandte sich deshalb an Hrn. Lane, und dieser erfüllte auch seinen Wunsch; allein erst im fol-

1) S. Annalen, Bd. XVI S. 491.

genden Jahre war derselbe im Stande einige Körner des natürlichen Erzes zu übersenden, und seit dieser Zeit schlugen ihm alle Bemühungen fehl, eine zweite und gröſsere Portion zu erhalten.

Hr. Lane hatte seine erste Sendung mit folgenden Bemerkungen begleitet: »Gemengt mit dem Goldstaube, welcher nördlich von Ava gefunden wird, kommen Metallkörner vor, ganz wie Eisen aussehend, die leicht angegriffen, und auch vom Magnet angezogen werden. Schmilzt man diese Körner, und hält sie so lange in Schmelzung, bis man das Metall sich nicht länger verschlacken sieht, so bleibt auf dem Boden des Tiegels ein Metallklumpen zurück. Dieſs Metall mit Gold gemischt erhöht den Glanz desselben. Die Ohrringe des Königs sind von einer kleinen mit reinem Gold gemischten Menge desselben verfertigt. Es ist sehr spröde; alle unsere Bemühungen, es schmiedbar zu machen, waren bisher fruchtlos«.

Zu diesen Nachrichten bekam Hr. Swinton im Januar 1832 vom Major Burney noch folgende Zusätze:

»Ich finde, daſs ein guter Theil des Platinerzes aus den Gieſsbächen und kleinen Flüssen herstammt, die von Westen, nahe bei der Stadt *Kannee*, in den *Kyendween*-Strom fallen. Wie Hr. Lane mir sagte, wird es auf eine sehr sonderbare Weise gesammelt, obgleich er die Richtigkeit der Angabe bezweifelt. Die Hörner einer in diesem Lande lebenden wilden Kuh, *Tsain* genannt, vielleicht das Nylgao von Hindostan, sind, ehe das Thier ein Alter von zwei bis drei Jahren erreicht, mit einem sammtartigen Ueberzug bekleidet. Von diesen Hörnern wird eine Anzahl in dem Bette der kleinen Ströme befestigt, und am Ende der regnigten Jahreszeit, wenn das Wasser fällt, ein Zeug (*cloth*) über jedes einzelne Horn niedergelassen, dann werden die Hörner mit dem Zeuge, und einer Portion Sand darum, heraufgezogen. Die Hörner scheinen einen guten Theil von dem durch die Bäche

heruntergespülten Goldstaubes um sich her zu sammeln, und mit diesem Staube finden sich die Platinkörner gemengt.«

»Der Burmese sieht hauptsächlich nur auf den Goldstaub, sondert ihn ab und bringt ihn allein nach Ava. Hr. Lane hat die Leute, welche diesen Handel treiben, oft aufgefordert, ihm alles mit den Hörnern Heraufgezogene zu überbringen, dieselben bis jetzt aber noch nicht dazu überreden können. Diese Hörner kosten das Stück zuweilen 12 bis 13 Ticals; zuweilen werden Hirschgeweihe (*deer's horns*) statt derselben gebraucht.«

»Der Burmese nennt das Platin *Sheen-than* [1]). Viel des Erzes findet sich auch unter dem Goldstaube aus den kleinen Flüssen, die von Norden her, in der Richtung von *Banman*, in den *Irawadi* fallen.«

Einen Theil (50 Gran) des von Hrn. Lane erhaltenen natürlichen Erzes hat nun Hr. Prinsep einer chemischen Analyse unterworfen, die er selbst jedoch für roh erklärt, und die in der That auch sehr eine genauere Untersuchung wünschenswerth macht. Mit Bestimmtheit geht aus dieser Analyse nur hervor, dafs das Erz *Platin* enthält (durch den Niederschlag mit Chlorkalium bestimmt), und dafs es wesentlich vom amerikanischen und uralischen abweicht, da der (durch Königswasser ausziehbare) Platingehalt nur etwa 20 Procent beträgt. Beinahe 60 Procent des Erzes lösten sich nicht in siedendem Königswasser, und diesen Rückstand erklärt Hr. Prinsep für *Iridium*. Es ist aber keine Reaction angegeben, aus der man die Richtigkeit dieses Schlusses erkennen könnte. Was der Rückstand eigentlich sey, mufs daher vor der Hand noch ganz dahin gestellt bleiben. Uebrigens hatte das rohe Erz ein specifisches Gewicht von 12,17, und hielt beigemengt: Spinell, Augit, Quarz, Smaragd, Goldkörner (0,02) und Magneteisenstein. Von dem eigentlichen Platinerze liefsen sich zwei Arten unterscheiden:

1) Natürlich nach englischer Aussprache gelesen. *P.*

silberweifse, glänzende und dunkelschwarze Körner, die aber nicht gesondert zerlegt wurden.

XVI. *Optische Täuschung nach Betrachtung eines in Bewegung begriffenen Körpers.*

Hr. Addams besuchte vor einiger Zeit die berühmten Wasserfälle von Foyers, am Ufer des Loch-Nefs in Schettland, und beobachtete dabei folgende Erscheinung.

Nachdem er, der Mitte des ungefähr 70 Fufs hohen Falls gegenüberstehend, einen gewissen Theil desselben einige Secunden lang unverwandt angesehen, und darauf seine Augen plötzlich nach der Linken, auf die senkrechte dunkle Felswand zur Seite des herabstürzenden Wassers gerichtet hatte, kam es ihm vor, als sey diese Felswand in einer aufsteigenden Bewegung begriffen, anscheinend von gleicher Geschwindigkeit, wie die umgekehrte des Wassers. Die Erscheinung dauerte ungefähr ein Drittel oder Viertel einer Secunde.

Hr. Addams erklärt sich dieselbe durch eine unwillkührliche oder unbewufste Muscularbewegung des Augapfels, welche eine Verschiebung der Bilder auf der Netzhaut bewirke. (*Phil. Magaz. Vol. V p.* 373.)

1835. ANNALEN №. 3.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIV.

I. *Ueber die Gesetze, nach welchen der Magnet auf eine Spirale einwirkt, wenn er ihr plötzlich genähert oder von ihr entfernt wird, und über die vortheilhafteste Construction der Spirale zu magneto-elektrischem Behufe; von E. Lenz.*

(Gelesen in der Petersburger Academie am 7. November 1832, und mitgetheilt vom Verfasser.) [1])

Bei dem regen Interesse, welches die neuere Entdekkung Faraday's im Gebiete des Elektromagnetismus bei allen Physikern Europas erwecken muſs, steht es zu erwarten, daſs wir in Kurzem die mannigfaltigsten Aufschlüsse über die augenblickliche Einwirkung eines elektrischen Stromes auf einen elektrischen Leiter, und folglich, da es, nach Ampère, ertlaubt ist, die Wirkung eines Magneten durchaus auf die von cirkulären elektrischen Strömen zurückzuführen, auch über die Einwirkung des Magneten auf einen solchen Leiter erhalten werden. Bis jetzt sind uns hier im Norden nur die Arbeiten von Becquerel, Ampère, Nobili und Antinori und Pohl bekannt geworden, und da keiner dieser Autoren sich mit der Seite des Gegenstandes, auf welche ich mein besonderes Augenmerk gerichtet habe, beschäftigte, so eile ich den folgenden Beitrag zur Lehre des Magneto-Elektrismus so schnell als möglich bekannt zu machen.

Nachdem ich die Hauptversuche Faraday's wiederholt hatte [2]), lieſs ich es meine erste Aufgabe seyn, aus-

1) Es ist dieſs die Abhandlung, deren Mittheilung bereits im Band XXXI. (S. 483) dieser Annalen versprochen wurde. Nur die Fülle anderweitiger und dringender Gegenstände gab zu dem langen Aufschub Veranlassung. *P.*

2) Bei dieser Wiederholung brachte ich den Funken mittelst ei-

zumitteln, auf welche Weise man die Phänomene der magnetischen Einwirkung auf eine plötzlich genäherte oder entfernte Spirale am leichtesten und stärksten hervorbringen könne. Zu dem Ende mufste ich aber bestimmen welchen Einflufs

1) die Anzahl der Windungen,
2) die Weite der Windungen,
3) die Dicke des Drahtes,
4) die Substanz der Windungen

der elektro-magnetischen Spirale (d. h. derjenigen, auf welche der Magnet einwirkt) auf das Phänomen habe, und diese Bestimmung, nebst den unmittelbaren Folgerungen daraus für die mir gestellte Aufgabe, enthält nachstehende Abhandlung.

Der mir zu meinen Untersuchungen dienende Apparat war folgender: Ein Multiplicator (mit empfindlicher Nobili'scher Doppelnadel) von 74 Windungen eines 0,025 englische Zoll [1]) dicken Kupferdrahts ward mit der elektromotorischen Spirale durch Leitungsdrähte in Verbindung gesetzt, so dafs der Hufeisenmagnet, der auf die Spirale einwirkte, von dem Multiplicator 19 Fufs entfernt war, und auf die Nadeln desselben durchaus keine unmittelbare Einwirkung hatte, wovon ich mich durch vorläufige Versuche überzeugte. Der Hufeisenmagnet bestand aus fünf einzelnen, durch Schrauben stark mit einander verbundenen, gebogenen Stahlstäben, von welchen der mittelste an den Enden um 0,7 Zoll engl. hervorstand; er konnte, den Anker mit einbegriffen, etwas über 22 Pfund tragen. Die Länge der Stäbe war 33 Zoll, die Breite 0,8 und die Dicke 0,22, und der mittelste, vor den

ner Spirale eines Drahtes von 70 Fufs Länge und 0,044 Zoll Dicke, sehr schön zu Stande. Die Vorrichtung war der von Nobili angegebenen nachgebildet, so dafs der Hufeisenmagnet (von 22 Pfund Tragkraft) selbst die Schliefsung des Stroms bewirkte.

1) In dieser Abhandlung sind die Maafse immer in englischen Zollen ausgedrückt, wenn es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist.

andern hervorragende, Stab war 0,4 Zoll dick. Der Abstand beider Arme war 1,64 Zoll.

Um das Annähern und Entfernen der Spirale und zu gleicher Zeit die Ablesung der Abweichung der Nadel ohne fremde Hülfe vollenden zu können, construirte ich mir meinen Apparat folgendermaſsen: Ich bedeckte den Multiplicator nicht mit seiner Glasglocke, sondern mit einem an beiden Seiten offenen gläsernen Cylinder, und schloſs diesen mittelst einer Spiegelglasplatte; dann stellte ich über ihm einen guten Spiegel unter 45° Neigung auf, und betrachtete das in demselben sich spiegelnde Bild der getheilten Multiplicatorscheibe von einem Standpunkt neben dem Magnete aus mittelst eines guten Müchner Teleskops; die Ablesung konnte auf diese Weise vollkommen scharf geschehen, und war sicherer als mit dem bloſsen Auge in der Nähe, weil bei dieser Entfernung und dem fixen Stande des Auges die Parallaxe des, von dem getheilten Kreise etwas abstehenden, Zeigers als verschwindend angesehen werden kann. Die Art der Erregung des elektrischen Stroms in der Spirale war die von Nobili angegebene; ich umwickelte nämlich einen Cylinder von weichem Eisen, der als Anker diente, und an den Stellen, wo er an den Magneten angelegt wurde, flach gefeilt worden war, mit dem elektromotorischen Drahte, und legte ihn dann an den Magneten an oder zog ihn plötzlich von demselben fort, wodurch der im Augenblicke in dem Anker entstehende oder wieder verschwindende Magnetismus den momentanen elektrischen Strom hervorbrachte. Da aber das Abziehen viel sicherer, plötzlicher und gleichförmiger geschehen kann, als das Anlegen, so habe ich bei allen nachfolgenden Untersuchungen immer nur die Resultate angeführt, die durch Abziehen des Ankers oder plötzliche Entfernung des Magnetismus im Eisen hervorgebracht wurden. Hierbei bemerke ich zugleich, daſs es für meine Versuche einerlei ist, ob der Magnetismus des Eisens wirklich plötzlich völ-

lig verschwindet, oder ob ein Theil desselben noch zurückgehalten wird, wenn nur die zurückbleibende Quantität von Magnetismus nach jedem Abziehen dieselbe ist; hiervon überzeugte ich mich aber häufig durch die Uebereinstimmung einer und derselben Beobachtung bei mehrmaliger Wiederholung. Diese zeigte mir auch, dafs die elektromotorische Kraft des Magneten, wenigstens wenn er schon eine Anzahl Abreifsungen des Ankers erlitten hat, nicht geschwächt wurde; Beweise dafür werden sich auch aus den später anzuführenden Beobachtungen öfters entlehnen lassen. Bei der oben beschriebenen Anordnung des Apparats konnte ich nun mit der rechten Hand die Abreifsung des Ankers von dem, an dem Tische befestigten, Magneten ausführen, während zu gleicher Zeit mein Auge im Fernrohr die dadurch verursachte Abweichung des Multiplicatorzeigers beobachtete. Dieser Zeiger war ein dünnes Holzstäbchen, welches an dem Drahte, der den beiden Multiplicatornadeln als gemeinschaftliche Axe diente, mittelst etwas Wachses befestigt war und einen Durchmesser des getheilten Kreises bildete; dadurch, dafs ich die Abweichung für jedes daraus abzuleitende Resultat erst an dem einen, dann an dem anderen Ende des Zeigers beobachtete, befreite ich dieses Resultat von dem Einflufs der Excentricität der Axe der Nadeln, und, indem ich erst das Ende *A*, dann das Ende *B* der Spirale dem Nordarme des Magneten zukehrte, also auch die Nadeln des Multiplicators erst nach der einen, dann nach der andern Seite abweichen liefs, machte ich das Resultat von einem zweiten Fehler unabhängig, der entsteht, wenn die Coconfäden, an welchen die Nadeln des Multiplicators hängen, eine Drehung haben sollten. Ich vermied ferner sorgfältig jede Verrückung des Multiplicators während einer Reihe zusammengehöriger Versuche, weil unmöglich jede Windung des Multiplicators so wirken kann, wie die andere (dieses würde voraussetzen, dafs sie alle genau in einer Ebene und einan-

der parallel lägen), und weil, wenn auch dieses vorausgesetzt werden könnte, die Wirkung doch verschieden ausfallen müfste, je nachdem die Nadel in ihrem ruhigen Stande den Windungen genau parallel hing, oder einen gröfseren oder kleineren Winkel mit der Richtung derselben machte. Auch weichen die Stellungen der Nadeln bei ihrem Ruhestande höchstens um 0°,3 von einander ab. Nach Obigem erforderte also ein vollständiger Versuch immer vier Beobachtungen, zwei nämlich (an beide Enden des Zeigers) für die Stellung, wo das Ende *A* der Spirale zum Nordpol gekehrt war, und zwei, wo *B* zum Nordpol gewandt war. Aufserdem aber habe ich meistentheils jede einzelne Beobachtung zwei Mal gemacht, um mich zu überzeugen, dafs nicht ein zufälliger Fehler der Ablesung sich eingeschlichen habe; wichen die beiden Beobachtungen bedeutend von einander ab, so wiederholte ich sie beide nochmals.

Die ersten vorläufigen Versuche stellte ich über den Einflufs der Verbindungen der Leitungsdrähte mit der elektromotorischen Spirale und dem Multiplicatordrahte an, ob ich mich nämlich damit begnügen konnte, die von der umsponnenen Seide befreiten und blank gescheuerten Drahtenden nur recht innig um einander zu winden, oder ob eine innigere Verbindung (z. B. durch Eintauchen in Quecksilber) nöthig sey. Ich ging dabei von der Ansicht aus, dafs, wenn die Verbindung durch mehrmaliges Umeinanderwinden nicht hinlänglich wäre, eine Vermehrung der Windungen nothwendig den elektrischen Strom verstärken müfste; ich machte also folgende Versuche:

Der Anker ward mit zehn Windungen eines besponnenen Kupferdrahtes umwunden, und die Leitungsdrähte wurden mit den Enden dieser Spirale nur durch einmaliges Umdrehen der Drähte verbunden; das Resultat aus den vier Ablesungen gab 36°,8. — Hierauf wurde dieselbe Verbindung durch zehnmaliges, möglichst festes Um-

einanderwinden der Drahtenden hervorgebracht; die Ablenkung betrug wiederum 36°,8; endlich prefste ich die letzte Verbindung noch so stark als möglich mit der Kneifzange zusammen, so dafs sie stark abgeplattet wurde, die Ablenkung war 36°,75. Wir können also die Verbindung durch zehnmaliges festes Umeinanderwinden als völlig hinreichend betrachten, und diese ward daher bei allen folgenden Versuchen angewandt; die Verbindungsstellen wurden dann noch mit Seidenzeug umwickelt, um sie vor gegenseitiger Berührung zu sichern.

Die zweite vorläufige Untersuchung stellte ich darüber an, ob es Einflufs habe auf den elektrischen Strom, wenn ich die elektromotorische Spirale mehr zum Nordarm oder zum Südarm des Magneten auf dem Anker hinschob. Zu dem Ende erhielt ich mit zwei Windungen folgende Resultate:

Die Windungen, bis zur Berührung des Nordarms des Magneten geschoben, ergaben eine Ablenkung	=5°,55
Die Windungen, bis zur Berührung des Südarms des Magneten geschoben, ergaben eine Ablenkung	=5 ,55
Die Windungen, in die Mitte zwischen beiden Armen geschoben, ergaben eine Ablenkung	=5 ,60

also auch dieser Einflufs der verschiedenen Stellung der Spirale auf dem Anker ist unmerklich; in der Folge stellte ich sie immer so, dafs die Spirale die Mitte des Ankers einnahm.

Endlich bestimmte ich drittens, ehe ich zu den eigentlich beabsichtigten Versuchen ging, die Dicke der angewandten Kupferdrähte; ich wog nämlich 2 Fufs eines jeden (entblöst von der umsponnenen Seide) ab, wodurch mir die Verhältnisse ihrer Durchschnitte gegeben wurden, worauf es hier vorzüglich ankam; um aber doch auch ihre absolute Dicke zu haben, mafs ich den dicksten mittelst einer Mikrometervorrichtung; so ergaben sich

[redacted]

folgende Resultate, wo ich die Drähte, vom dünnsten an gerechnet, mit No. 1, 2, 3 und 4 bezeichne:

2 F. d. Drahtes No. 1 wog. = 23,3 Gr.; abs. Dicke = 0,023 Z.
2 - - - No. 2 - = 27,4 - - - = 0,025 -
(Multiplicatordraht)
2 - - - No. 3 - = 83,9 - - - = 0,044 -
2 - - - No. 4 - = 166,1 - - - = 0,061 -

Alle vier Arten von Draht waren gut besponnen, so dafs kein Metall an ihnen zu erkennen war, aufser an den Enden, die zur Verbindung dienten.

Ich gehe jetzt zu den eigentlichen Versuchen über.

I. Ueber den Einflufs der Anzahl von Windungen auf die in ihnen hervorgerufene elektromotorische Kraft.

Bei diesen Versuchen verband ich mit dem Multiplicator den Draht No. 3, so dafs der Leitungsdraht und die elektromotorische Spirale aus einem und demselben Stücke gebildet wurden; die Länge dieses Drahtes war etwa 50 Fufs, sie ist aber hier gleichgültig, da sie bei allen Versuchen dieselbe blieb. Die Versuche selbst sind in der folgenden Tafel enthalten:

Anzahl der Windungen	Einzelne Abweichungen				Mittlere Abweichung aus allen Versuch. od. a	a in Minuten	$\frac{1}{2}a$
	Seite A d. Spirale z. Nordpol		Seite B d. Spirale z. Nordpol				
	Ende a d. Zg.	Ende b d. Zg.	Ende a d. Zg.	Ende b d. Zg.			
2	5°,7	5°,8	5°,3	5°,8	5°,65	5° 39′	2° 49′
4	12 ,1	12 ,9	11 ,1	12 ,0	12 ,00	12 00	6 00
8	25 ,7	25 ,8	22 ,9	25 ,2	24 ,90	24 54	12 27
9	29 ,5	30 ,1	26 ,2	28 ,5	28 ,32	28 19	14 15
10	32 ,5	33 ,3	29 ,4	32 ,0	31 ,80	31 48	15 54
12	39 ,8	40 ,9	35 ,8	38 ,6	38 ,77	38 46	19 23
14	47 ,4	48 ,8	40 ,8	45 ,9	45 ,43	45 43	22 51
15	49 ,3	50 ,9	45 ,0	49 ,0	48 ,55	48 33	24 16
16	55 ,7	56 ,8	47 ,6	52 ,3	53 ,10	53 6	26 33
18	63 ,1	64 ,4	54 ,1	57 ,8	59 ,80	59 48	29 54
20	71 ,0	71 ,8	62 ,8	66 ,6	68 ,05	68 3	34 1

Aus dieser Reihe von Versuchen müssen wir nun die elektromotorische Kraft der Spirale für jede Anzahl von Windungen herleiten, wozu uns folgende Betrachtungen dienen sollen:

Die Einwirkung des elektrischen Stroms in dem Multiplicatordrahte auf die Magnetnadel ist eine augenblickliche, da der Strom selbst nur einen Augenblick existirt, wir werden uns diese Einwirkung also wie einen Stofs auf die Nadel denken können, und die Kraft dieses Stofses durch die Geschwindigkeit, die er der Nadel ertheilt, messen können. Die Geschwindigkeit der Nadel ist aber bei ihrem Ausgange offenbar so grofs, als diejenigen, welche sie beim Zurückschwingen an dem Ausgangspunkte wieder erlangt; sie wird also, wenn f eine Constante bedeutet, ausgedrückt werden können durch:

$$A = f\sqrt{(\sin vers\, \alpha)},$$

wo A die gesuchte Ausgangsgeschwindigkeit, oder auch nach Obigem die Gröfse des Stroms im Multiplicatordrahte, α aber den Ablenkungswinkel der Nadel durch diese Kraft bedeutet. Dieser Ausdruck verwandelt sich aber durch Substitution von $2 \sin^2 \frac{1}{2}\alpha$ statt $\sin vers\, \alpha$ in folgendem:

$$A = p \,.\, \sin \tfrac{1}{2}\alpha,$$

wenn wir $p = f\sqrt{2}$ setzen.

Um nun den Leitungswiderstand zu finden, den der elektrische Strom in den verschiedenen Drähten erleidet, reducire ich die Längen derselben zuerst alle auf einen Querschnitt, und zwar auf den des Multiplicatordrahtes, nach dem Satze, dafs zwei Drähte desselben Metalls dann denselben Leitungswiderstand leisten, wenn sich ihre Längen wie ihre Querschnitte verhalten (siehe Ohm's galvanische Kette). Alsdann drücken die reducirten Längen der Drähte ihren Leitungswiderstand aus. Um daher die Aufgabe allgemein aufzufassen, so nehme ich an, der Multiplicator, die Leitungsdrähte und die elektromotorische Spirale (mit ihren freien Enden) hätten die drei

reducirten Längen L, l und λ, und die in der Spirale erzeugte elektromotorische Kraft heifse x, so wird $\frac{x}{L+l+\lambda}$ der wirklich stattfindende Strom seyn, und wir haben daher:

$$\frac{x}{L+l+\lambda}=p \sin\tfrac{1}{2}\alpha$$

$$x=(L+l+\lambda).p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

Nehmen wir nun die elektromotorische Kraft in einer Windung des Drahtes als Einheit, bezeichnen die unbekannte Ablenkung durch eine Windung $=\xi$ und ihre reducirte Länge $=(\lambda)$, und statuiren wir die an sich wahrscheinliche Hypothese, dafs sich bei einer und derselben Weite der Windungen die elektromotorische Kraft direct wie die Anzahl der Windungen verhalte, so wird für die Anzahl n und ihre zugehörige reducirte Länge λ_n (diese ist nicht nothwendig $n\lambda$, weil die freien Enden der Spiralen für jede Anzahl von Windungen nicht in demselben Verhältnisse zuzunehmen brauchen) folgendes Verhältnifs stattfinden:

$$\frac{1}{n}=\frac{(L+l+(\lambda))p.\sin\tfrac{1}{2}\xi}{(L+l+\lambda_n)p.\sin\tfrac{1}{2}\alpha}$$

folglich:

$$\sin\tfrac{1}{2}\alpha=n.\frac{L+l+(\lambda)}{L+l+\lambda_n}.\sin\tfrac{1}{2}\xi \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

Bei den so eben mitgetheilten Versuchen blieb $l+\lambda$ für jede Anzahl von Windungen ein und dieselbe Gröfse, da der Leitungs- und Spiraldraht zusammen nur ein Stück ausmachten, L bleibt ohnehin dasselbe, folglich haben wir $L+l+(\lambda)=L+l+\lambda_n$, und folglich verwandelt sich die Gleichung B in folgende:

$$\sin\tfrac{1}{2}\alpha=n\sin\tfrac{1}{2}\xi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

Setzen wir statt $\frac{1}{2}\alpha$ die in der letzten Columne unserer Versuchstabelle enthaltenen Werthe, so werden wir 11 Gleichungen erhalten, aus welchen sich nach der Methode der kleinsten Quadrate ξ bestimmen lassen wird, und

bringen wir diesen Werth von ξ in die Gleichung (C), so werden sich die zur Anzahl n von Windungen gehörigen Ablenkungen α ergeben, und die Differenzen dieser Werthe und der beobachteten werden uns belehren, ob die angenommene Hypothese der Proportionalität der Anzahl von Windungen und der elektromotorischen Kraft in der That durch die Beobachtung bestätigt wird. — Die bekannte Formel für $sin \frac{1}{2}\xi$, nach der Methode der kleinsten Quadrate, ist:

$$sin \tfrac{1}{2}\xi = \frac{\Sigma(n \, . \, sin \tfrac{1}{2}\alpha)}{\Sigma(n^2)},$$

und nach Ausführung der Rechnung ergiebt sich aus unserer obigen Versuchstabelle:

$$\xi = 3^\circ \, 9' \text{ oder } log \; sin \tfrac{1}{2}\xi = 8{,}43989.$$

Dieser Werth von ξ giebt für α folgende Werthe:

α		Differenzen	
berechnet.	beobachtet.	in Graden und Minuten.	in Graden.
6° 18′	5° 39′	+0° 39′	+0°,6
12 38	12 00	+0 38	+0 ,6
25 36	24 54	+0 32	+0 ,5
28 42	28 19	+0 23	+0 ,4
31 58	31 48	+0 10	+0 ,2
38 36	38 46	—0 10	+0 ,2
45 22	45 26	—0 4	—0 ,1
48 48	48 32	+0 16	+0 ,3
52 16	53 6	—0 50	—0 ,8
59 26	59 48	—0 22	—0 ,4
66 50	68 1	—1 11	—1 ,2

Die Uebereinstimmung der berechneten Abweichungen mit den beobachteten bestätigen unsere Voraussetzung, daſs nämlich die elektromotorische Kraft wachse wie die Anzahl von Windungen.

Eine zweite Reihe von Versuchen über denselben Gegenstand stellte ich mit demselben Drahte No. 3 an, nur war in ihm die Länge des Drahts, durch welche der

Strom hindurchgehen mufste, nicht mehr bei jeder Anzahl von Windungen dieselbe; wir werden daher zu unserer allgemeinen Formel zurückgehen müssen. Sie war:

$$\sin \tfrac{1}{2}\alpha = n \cdot \frac{L+l+(\lambda)}{L+l+\lambda_n} \cdot \sin \tfrac{1}{2}\xi.$$

Der Draht des Multiplicators und der Leitungen blieb immer derselbe, und war, auf den Durchmesser des Multiplicatordrahtes reducirt:

$$L+l = 673{,}25 \text{ Zoll.}$$

Die Längen λ, $\lambda_{,}$, $\lambda_{,,}$ u. s. w. waren aber veränderlich, ich habe daher diese Werthe, ebenfalls auf den Multiplicatordraht reducirt, der folgenden Tabelle der Versuche hinzugefügt. $L+l+(\lambda)$ ist $=681{,}45$.

Anzahl der Windungen	Seite A d. Spirale z. Nordp.		Seite B d. Spirale z. Nordp.		Einzelne Mittel	Vollständige Mittel oder α	λ	$L+l+\lambda$
	Ende a d. Zg.	Ende b d. Zg.	Ende a d. Zg.	Ende b d. Zg.				
5	18,5	18,5	19,8	20,5	19,33	19,40	17	690,25
	18,6	18,8	20,2	20,3	19,47			
10	37,3	37,6	39,6	39,3	38,45	38,41	28	701.25
	37,3	37,5	39,4	39,3	38,37			
15	57,8	58,7	58,6	58,2	58,32	58,13	39	712,25
	57,4	58,2	58,6	57,6	57,95			
20	81,4	82,3	80,7	79,8	81,05	80,91	50	723,25
	81,3	82,3	79,7	79,8	80,77			
25	111,0	112,7	103,1	101,9	106,67	106,67	61	734,25
	110,0	112,8	103,7	102,2	106,67			

Wenden wir die Methode der kleinsten Quadrate auf diese Tabelle an, wie wir sie auf die erste anwandten, so erhalten wir:

$$\xi = 3^{\circ},97 \text{ und } \log \sin \tfrac{1}{2}\xi = 8{,}53944,$$

und mit diesem Werthe erhalten wir aus der Formel (B) folgende Abweichungen:

Anzahl der Windungen.	Abweichungen		Differenz.
	berechnet.	beobachtet.	
5	19,53	19,40	+0,13
10	39,00	38,41	+0,59
15	59,07	58,13	+0,94
20	80,67	80,91	−0,24
25	105,67	106,67	−1,00

Auch hier stimmt die Rechnung mit der Beobachtung gut; da ich aber vermuthete diese Uebereinstimmung noch besser zu erreichen, wenn ich die Leitungslänge für alle Versuche gleich bleiben liefs, so machte ich noch eine Reihe von Versuchen, ähnlich der vorigen, mit einem andern Multiplicator; wo λ, λ' etc. sich immer gleich bleiben; sie ist zugleich mit mehr Sorgfalt angestellt als die vorigen Reihen, da jede der in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen das Mittel aus drei Beobachtungen ist, bei welchem Mittel ich aber nur eine Decimalstelle beibehielt. Die mit 1, 2, 3, 4 bezeichneten Columnen haben dieselbe Bedeutung wie die vier Columnen der früheren Tabellen.

Anzahl der Windungen.	Abweichungen				Mittlere Abweichung oder α.
	1.	2.	3.	4.	
5	8,6	8,7	8,5	8,6	8,63
10	17,5	17,8	17,2	17,1	17,40
15	26,4	27,2	26,6	25,6	26,45
20	35,5	35,3	35,6	34,6	35,25
25	45,2	46,0	45,0	44,2	45,10
30	54,6	56,5	55,0	54,1	55,05

Hieraus berechnet sich mittelst der kleinsten Quadrate:

$$\xi = 1{,}73 \text{ und } \log \sin \tfrac{1}{2}\xi = 8{,}18478;$$

folglich haben wir für die berechneten Werthe von α:

Anzahl der Windungen.	a		Differenz.
	berechnet.	beobachtet.	
5	8,77	8,60	+0,17
10	17,60	17,40	+0,20
15	26,53	16,45	+0,08
20	35,58	35,25	+0,33
25	45,00	45,10	—0,10
30	54,67	55,05	—0,38

Hier ist die Uebereinstimmung für diese Art von Versuchen sehr grofs, so dafs wir den Satz als völlig begründet ansehen können, dafs sich nämlich:

» *Die elektromotorische Kraft, welche der Magnet in der Spirale erregt, bei gleicher Gröfse der Windungen, und bei gleicher Dicke und gleicher Substanz des Drahtes, direct wie die Anzahl der Windungen verhalte.* «

Uebrigens darf es unserer Aufmerksamkeit nicht entgehen, dafs bei allen drei Beobachtungsreihen die Differenzen der berechneten und beobachteten Abweichungen anfangs positiv und dann negativ sind, was anzuzeigen scheint, dafs die elektromotorische Kraft in etwas schnellerem Verhältnisse wachse, als die Anzahl der Windungen; allein die Differenzen sind so klein und werden bei gröfserer Sorgfalt in den Beobachtungen (wie die dritte Beobachtungsreihe es beweist) immer kleiner, so dafs ich diese kleine Unregelmäfsigkeit dem Einflusse irgend eines besonderen Umstandes zuschreibe, den zu entdecken mir bis jetzt nicht gelungen ist.

II. Ueber den Einflufs der Weite der Windungen der Spirale auf die Erregung der elektromotorischen Kraft in derselben.

Bei diesen Versuchen bediente ich mich anfangs des Hufeisenmagneten; allein es zeigte sich mir bald, dafs vermittelst desselben nur falsche Resultate geliefert wer-

den konnten. Bei bedeutender Erweiterung des Umfangs der Spirale rückt diese nämlich dem oberen Bogen des Magneten immer näher, so dafs beim Abziehen des Ankers nicht blofs das plötzliche Verschwinden des Magnetismus in diesem, sondern auch das zugleich stattfindende Entfernen von jenem oberen Theil des Magneten (der Bucht des Hufeisens) auf die Spirale einwirkt, und zwar ungleich bei ungleichem Durchmesser derselben; die elektromotorische Kraft wird dadurch bei gröfseren Spiralen gröfser als ohne diesen Umstand. Deshalb nahm ich zwei starke geradlinige magnetische Systeme, wovon jedes aus zehn einzelnen Magnetstäben bestand, legte sie mit ihren ungleichnamigen Polen gegen einander, so dafs sie in gerader Richtung lagen, und brachte den eisernen Cylinder, der mir bei den oben mitgetheilten Versuchen als Anker des Hufeisenmagneten diente, wischen die Pole derselben, während die Spirale den Cylinder umgab; hierauf liefs ich die Magnete plötzlich durch zwei Gehülfen nach entgegengesetzten Seiten aus einander ziehen.

Ich wand zuerst zehn Windungen des Drahtes No. 2 um den Eisencylinder;

der Durchmesser der Windungen =0,73 Zoll,

hierauf wand ich zehn Windungen des Drahtes No. 2 um eine hölzerne Scheibe;

der Durchmesser der Windungen =6,57 Zoll,

die hölzerne Scheibe war in ihrem Mittelpunkt durchbohrt, und ward beim Versuch auf den Eisencylinder geschoben. Die Beobachtung ergab:

	Abweichungswinkel				Mittel.
	1.	2.	3.	4.	
Engere Windungen	24,6	27,1	26,4	26,5	26,15
Weitere Windungen	22,8	22,7	22,0	22,5	22,50
	23,4	23,5	21,6	23,2	22,92
Engere Windungen	24,8	27,7	26,3	26,6	26,35

Ich beobachtete die Abweichung der weiteren Spirale zwischen den der engeren, damit der Fehler, welcher durch Verminderung der magnetischen Kraft der Magnetsysteme hätte entstehen können, eliminirt würde. Wir haben also:

für die engere Spirale den Ablenkungswinkel $\alpha = 26{,}25$.

für die weitere Spirale den Ablenkungswinkel $\alpha' = 22{,}71$

Die Länge des Multiplicatordrahtes und der Leitungsdrähte (auf den Durchmesser des ersten reducirt) war wie in den früheren Versuchen, d. i. sie betrugen zusammen 673,25 oder $L + l = 673{,}25$; allein λ ist für die engeren Windungen $= 28$ und für die weiteren $\lambda' = 203$. Nehmen wir also die Formel (A) zu Hülfe, so haben wir:

für die enge Spirale

$$x = (L + l + \lambda) p \,.\, \sin \tfrac{1}{2} \alpha = 701{,}25 \,.\, p \,.\, \sin (13^\circ\, 7')$$

für die weite Spirale

$$x' = (L + l + \lambda') p \,.\, \sin \tfrac{1}{2} \alpha' = 876{,}25 \,.\, p \,.\, \sin (11^\circ\, 21')$$

folglich das Verhältnifs der elektromotorischen Kräfte oder

$$\frac{x'}{x} = \frac{876{,}25 \,.\, \sin (11^\circ\, 21')}{701{,}25 \,.\, \sin (13^\circ\, 7')} = 1{,}0838,$$ also nicht weit von 1 abweichend, d. h. die elektromotorische Kraft ist in beiden Spiralen dieselbe.

Noch auffallender suchte ich diesen Satz durch folgenden Versuch zu begründen. Ich wand nämlich den Draht No. 2 in sechs Windungen um ein grofses hölzernes Rad von 28 Zoll Durchmesser, und schob dieses auf den Eisencylinder. Nachdem ich hierauf den Versuch, wie im vorigen Falle ausgeführt hatte, wand ich ebenfalls sechs Windungen desselben Drahtes unmittelbar um denselben Eisencylinder, wo also die Windungen wieder, wie oben, 0,73 Zoll im Durchmesser hatten. Der Versuch ergab:

[redacted]

	Abweichungswinkel.				Mittel oder α.	λ	L+l+λ
	1.	2.	3.	4.			
Weitere Wind.	13,1	15,8	12,8	12,4	13,52	19,2	692,45
Engere Wind.	7,1	8,7	7,1	8,7	7,90	549,2	1222,75

folglich:

$$\frac{x'}{x}=\frac{1222{,}75 \,.\, \sin\,(3^\circ\ 52')}{692{,}45 \,.\, \sin\,(6^\circ\ 45',5)}=1{,}0107.$$

Hier nähert sich das Verhältniſs der beiden elektromotorischen Kräfte noch mehr der Einheit, als im vorigen Falle, obgleich das Verhältniſs der Durchmesser der Spiralen =1:38,3 ist. Wir können daher den Satz als durch die Erfahrung erwiesen ansehen, daſs

»die elektromotorische Kraft, welche der Magnetismus in den ihn umgebenden Spiralen erregt, bei jeder Gröſse der Windungen dieselbe ist.«

Da aber ein spiralförmig den Anker umschlieſsender Draht, je gröſser sein Durchmesser oder sein Abstand vom Anker wird, auch in eben dem Verhältnisse eine gröſsere Länge der Einwirkung des Magnetismus im Anker darbietet, so folgt aus dem so eben aufgefundenen Gesetze, daſs auf ein und dasselbe Theilchen des Drahtes die elektromotorische Einwirkung des Magneten im einfachen Verhältnisse der Entfernung abnehme. Dieses ist gleichsam die Umkehrung des von Biot im Gebiete des Elektromagnetismus nachgewiesenen Gesetzes, welches bekanntlich aussagt, daſs die Wirkung eines elektrischen Schlieſsungsdrahtes auf eine Magnetnadel im einfachen Verhältniſs der Entfernung abnimmt, und es folgt aus unseren Versuchen, wie aus denen Biot's, daſs die Wirkung eines Theilchens der den Magneten umkreisenden elektrischen Ströme auf jedes Theilchen der Spirale im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen stehe.

Auch folgt unmittelbar aus dem so eben nachgewiesenen

senen Gesetze, dafs der in verschiedenen, den Anker umschliefsenden Drahtringen, durch Abziehen desselben vom Magneten hervorgebrachte elektrische Strom sich umgekehrt wie der Durchmesser der Ringe verhalte; es ist nämlich die elektromotorische Kraft in jedem Ringe dieselbe, der Leitungswiderstand aber wächst wie der Durchmesser der Ringe, folglich nimmt der elektrische Strom, der Quotient der elektromotorischen Kraft durch den Leitungswiderstand, ab, so wie der Durchmesser der Ringe wächst.

III. Einflufs der Dicke des Drahts der elektromotorischen Spirale auf die in ihr hervorgerufene elektromotorische Kraft.

Diese Versuche habe ich wiederum mittelst des Hufeisenmagneten angestellt, da hier die Windungen der Drähte immer dieselbe Gröfse hatten. Ich wandte hierbei immer zehn Windungen an, die ich aus den Drähten No. 1, No. 2, No. 3 und No. 4 bildete, und bei welchen sich die Querschnitte wie die Zahlen 233 : 839 : 1661 verhalten. Die ganze Länge der Windungen war bei jeder Sorte 33 Zoll. Die Ablenkungen sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten:

	Ablenkungswinkel				Mittel.	
	1.	2.	3.	4.		
Spirale aus No. 1	39,3	40,4	35,1	37,8	38,15	38,19
	39,3	40,4	35,2	38,8	38,22	
aus No. 3	36,8	39,6	40,2	42,0	39,65	39,60
	36,4	39,4	40,4	42,0	39,55	
aus No. 4	40,5	42,4	37,5	39,3	39,92	39,74
	40,3	40,4	37,5	40,1	39,57	
aus No. 1	38,6	40,6	35,7	37,8	38,17	38,00
	38,7	40,0	35,2	37,4	37,82	

Fassen wir die Beobachtungen für No. 1 am Anfang und Ende der Versuchsreihe zusammen und nehmen das Mittel daraus, so haben wir folgende Abweichungen:

für No. 1 die Ablenkung oder $\alpha = 38{,}1$
für No. 3 - - - $\alpha' = 39{,}6$
für No. 4 - - - $\alpha'' = 39{,}7$.

Aus dem Verhältnisse der Querschnitte, in welchem der des Multiplicatordrahtes durch 274 ausgedrückt wird, findet man folgende reducirte Längen (auf den Multiplicatordraht oder No. 2 bezogen) unserer drei Spiralen, nämlich:

$\lambda = 38{,}81$ folglich $L + l + \lambda = 712{,}06$
$\lambda' = 10{,}78$ - $L + l + \lambda' = 684{,}03$
$\lambda'' = 5{,}44$ - $L + l + \lambda'' = 678{,}69$

und folglich ergiebt die Gleichung (A):

$$x = 712{,}06 \,.\, p \,.\, sin\,(19^\circ\ 3')$$
$$x' = 684{,}03 \,.\, p \,.\, sin\,(19\ \ 48\,)$$
$$x'' = 678{,}69 \,.\, p \,.\, sin\,(19\ \ 51\,)$$

oder, die beiden letzten elektromotorischen Kräfte mit der ersten verglichen, die Verhältnisse:

$$\frac{x}{x'} = \frac{712{,}06 \,.\, sin\,(19^\circ\ 3')}{684{,}03 \,.\, sin\,(19^\circ\ 48')} = 1{,}00305$$

und:

$$\frac{x}{x''} = \frac{712{,}06 \,.\, sin\,(19^\circ\ 3')}{678{,}69 \,.\, sin\,(19^\circ\ 51')} = 1{,}0085.$$

Beide Verhältnisse sind so wenig von der Einheit verschieden, dafs wir mit vollem Rechte daraus schliefsen können, dafs die elektromotorische Kraft, die der Magnet in dem Drahte No. 1 hervorrief, eben so stark ist, als die in den Drähten No. 3 und 4, obgleich letztere einen fast vier bis fünf Mal gröfseren Querschnitt haben, dafs folglich die elektromotorische Kraft unabhängig ist von der Dicke der Drähte. Eine zweite Bestätigung dieses Satzes finden wir in folgendem, bereits früher angestellten, Versuche:

	Ablenkungswinkel				Mittel.	
	1.	2.	3.	4.		
10 Wind. d. Drahtes No. 3	36,3	37,8	33,5	35,7	35,82	
10 Wind. d. Drahtes No. 2	36,0	37,0	32,1	34,9	34,0	34,95
	35,4	36,8	32,6	35,0	35,9	
10 Wind. d. Drahtes No. 3	33,6	35,5	35,7	37,3	35,52	

Folglich haben wir für

No. 2 $\alpha = 34,95$ ferner ist $\lambda = 34,00$ also

$$L + l + \lambda = 707,25$$

No. 3 $\alpha' = 35,67$ - - $\lambda' = 11,52$ und

$$L + l + \lambda' = 684,77$$

folglich:

$$\frac{x}{x'} = \frac{707,25 \,.\, sin\,(17^\circ\, 29')}{684,77 \,.\, sin\,(17^\circ\, 50')} = 1,013.$$

Auch hier ist das Verhältnifs der Einheit so nahe, dafs wir hieraus, vereint mit dem obigen Resultate, den Satz als begründet ansehen können, dafs

die, durch den Magneten in der Spirale hervorgerufene, elektromotorische Kraft für jede Dicke der Drähte dieselbe bleibe, oder von ihr unabhängig sey.

Aus diesem Gesetze folgt wiederum unmittelbar, dafs in Ringen von Drähten verschiedener Dicke, welche den Anker des Magneten umgeben, der durch das Abziehen desselben hervorgerufene *elektrische Strom* sich direct wie die Querschnitte der Drähte verhalte; denn die elektromotorische Kraft bleibt dieselbe, der Leitungswiderstand nimmt aber umgekehrt wie die Querschnitte ab, folglich nehmen die elektrischen Ströme, oder die Quotienten der elektromotorischen Kräfte durch die Querschnitte, wie die Querschnitte zu.

IV. Ueber den Einflufs der Substanz der Drähte auf die in den Spiralen hervorgerufene elektromotorische Kraft.

Nobili und Antinori haben in ihrem ersten Aufsatze über die durch den Magneten hervorgebrachten elek-

trischen Erscheinungen (Poggend. Annal. 1832, No. 3) bereits die Reihenfolge bezeichnet, in welcher vier verschiedene Metalle geeignet sind den elektrischen Strom hervorzubringen, sie ordnen dieselben nämlich folgendermaſsen an:

Kupfer, Eisen, Antimon und Wismuth.

Es ist sogleich auffallend, daſs diese Anordnung dieselbe ist mit derjenigen, welche die besagten Metalle auch in Hinsicht auf ihre Leitungsfähigkeit für die Elektricität einnehmen, und es drängte sich mir daher sogleich die Vermuthung auf, ob sich nicht die elektromotorische Kraft der Spirale in allen Metallen gleich bleibe, und ob nicht der stärkere Strom in dem einen Metall daher rühre, daſs es die Elektricität besser leite als das andere. Ich untersuchte daher vorläufig vier Metalle in dieser Hinsicht, nämlich Kupfer, Eisen, Platin und Messing, und verfuhr dabei folgendermaſsen: Um den Einfluſs der verschiedenen Leitung gänzlich zu vermeiden, brachte ich in den metallischen Leitungskreis, welchen der elektrische Strom zu durchlaufen hatte, je zwei sonst ganz gleiche Spiralen, aber von verschiedenen Metallen, zu gleicher Zeit, indem ich das eine Ende der einen mit dem einen Leitungsdraht, das eine Ende der andern mit dem andern Leitungsdraht, die beiden frei gebliebenen Enden der Spiralen aber durch einen besonderen kupfernen Verbindungsdraht verband. Hierauf brachte ich zuerst die eine Spirale auf den Eisenanker des Hufeisenmagneten, und verfuhr mit ihm, wie in den früheren Versuchen, und dann die andere; auf diese Weise war natürlich der Leitungswiderstand, den der elektrische Strom bei beiden Erregungsarten erlitt, ganz derselbe. — Hiebei bemerke ich noch, daſs ich sorgfältig alle thermoelektrische störende Einwirkung vermied, indem ich die Verbindungsstellen der verschiedenartigen Drähte mit mehrfachen Lagen Löschpapier umwickelte und nach Anordnung des Apparats jedesmal mehrere Stunden wartete, um den Verbindungsstellen Zeit zu geben, die Temperatur des Zimmers anzunehmen.

Die Versuche selbst sind folgende:

		Ableitungswinkel 1.	2.	3.	4.	Mittel.
Kupfer- und Eisen- Spirale	Kupferspirale auf dem Anker	17°,3	17,°4	17°,6	17°,7	17°,500
	Eisenspirale - - -	17 ,3	17 ,6	17 ,5	17 ,9	17 ,575
		17 ,3	17 ,4	17 ,6	18 ,1	17 ,600
	Kupferspirale - - -	17 ,4	17 ,4	17 ,8	18 ,2	17 ,700
Kupfer- und Platin- Spirale	Kupferspirale auf dem Anker	15 ,2	15 ,4	15 ,8	15 ,8	15 ,550
	Platinspirale - - -	15 ,7	15 ,4	15 ,9	15 ,4	15 ,600
		15 ,7	15 ,4	15 ,8	15 ,4	15 ,575
	Kupferspirale - - -	15 ,4	15 ,8	15 ,3	15 ,9	15 ,600
Kupfer- und Messing- Spirale	Messingspirale auf dem Anker	18 ,4	18 ,3	18 ,4	18 ,2	18 ,350
	Kupferspirale - - -	18 ,5	18 ,2	18 ,1	18 ,3	18 ,275
		18 ,4	18 ,2	18 ,5	18 ,4	18 ,375
	Messingspirale - - -	18 ,4	18 ,3	18 ,3	18 ,3	18 ,325

Fassen wir die einzelnen Mittel zusammen und verwandeln wir die Decimalen der Grade in Minuten, so erhalten wir aus dieser Tabelle folgende Resultate:

Kupferspirale, Abweichung	$\alpha = 17°$	$36',0$
Eisenspirale	- $\alpha' = 17$	$35,2$
Kupferspirale	- $\alpha = 15$	$34,5$
Platinspirale	- $\alpha' = 15$	$35,2$
Kupferspirale	- $\alpha = 18$	$19,2$
Messingspirale	- $\alpha' = 18$	$20,2$

Da hier die Leitungswiderstände für je zwei zusammengehörige Beobachtungen dieselben bleiben, so giebt unsere Hauptgleichung (A), wie früher behandelt, folgende Verhältnisse der elektromotorischen Kräfte, wenn wir dieselben für Kupfer, Eisen, Platin und Messing mit x, x', x'', x''' bezeichnen.

$$\frac{x}{x'} = \frac{\sin(8° \, 43',0)}{\sin(8° \, 42',6)} = 1,00033$$

$$\frac{x}{x''} = \frac{\sin(7° \, 47',2)}{\sin(7° \, 47',6)} = 0,99912$$

$$\frac{x}{x'''} = \frac{\sin(9° \, 9',6)}{\sin(9° \, 10',2)} = 0,99894.$$

Diese drei Verhältnisse sind sämmtlich der Einheit so sehr nahe, daſs wohl kein Zweifel darüber bleiben kann, daſs die Drähte von Kupfer, Eisen, Platin und Messing eine und dieselbe elektromotorische Einwirkung erleiden, und daſs es mir wohl erlaubt seyn wird, denselben Satz durch Analogie auch auf alle übrigen Metalle und Substanzen überhaupt auszudehnen, bis mir directe Versuche mit ihnen die Sache ganz auſser Zweifel gesetzt haben werden. Wir werden also das Gesetz haben:

daſs die elektromotorische Kraft, welche der Magnet in Spiralen aus Drähten von verschiedenen Substanzen, die sich aber sonst unter ganz denselben Umständen befinden, erregt, für alle diese Substanzen vollkommen gleich sey [1]).

1) Nach Anstellung obiger Versuche ersah ich aus dem Heft No. 5

Hieraus folgt wiederum unmittelbar, dafs sich in zwei ganz gleichen Drahtringen aus verschiedener Substanz, welche den magnetischen Anker umschliefsen, die elektrischen Ströme, welche durch Abziehen oder Anlegen desselben an den Magneten hervorgerufen werden, direct wie die Leitungsfähigkeiten der Substanzen für Elektricität verhalten. Man wird also am vortheilhaftesten Silber- und Kupferdrähte gebrauchen.

Aus den letzten Beobachtungen werden wir leicht die Leitungsfähigkeit der vier Metalle ableiten können, wenn wir noch eine ähnliche Beobachtung anstellen, wo wir statt der zwei Spirale von verschiedenen Metallen zwei der gebrauchten Kupferspirale ganz ähnliche in den Kreis des elektrischen Stromes bringen, irgend eine auf den Anker setzen, und den Abweichungswinkel bestimmen. Es heifse derselbe α, und für die übrigen Spirale in der Reihenfolge, wie sie beobachtet wurden (also die Kupferspirale mit der aus Eisen, Platin und Messing) mögen diese Winkel mit α', α'' und α''' bezeichnet werden. Ferner heifsen die vereinten Längen des Multiplicatordrahtes, der Leitungsdrähte und die des Verbindungsdrahtes beider Spirale, alle auf den Durchmesser des Multiplicatordrahtes reducirt, L, die in allen Spiralen gleiche Länge, ebenfalls auf denselben Durchschnitt reducirt, aber λ, ferner bezeichnen wir durch $1, m', m'', m'''$ die Leitungsfähigkeit der Metalle in der obigen Ordnung, wo die des Kupfers also durch 1 ausgedrückt ist.

Nehmen wir die allgemeine Formel (A) nämlich:

$$x = (L + l + \lambda)p \,.\, \sin \tfrac{1}{2}\alpha,$$

so müssen wir hier, da die Drähte nicht mehr gleichartig sind, statt des Leitungswiderstandes $(L + l + \lambda)$ die

der Annalen von Poggendorff (1832), das ich unterdessen erhielt, dafs dieses letzte Gesetz bereits von Faraday, jedoch auf anderem Wege nachgewiesen sey. Mein Versuch dient daher nur zur Bestätigung desselben.

Leitungswiderstände [1]) $(L+l)$, $\left(L+\frac{\lambda}{m'}\right)$, $\left(L+\frac{\lambda}{m''}\right)$ und $\left(L+\frac{\lambda}{m'''}\right)$ setzen, da dieselben im umgekehrten Verhältnifs der Leitungsfähigkeiten stehen; wir haben also die vier Gleichungen (in welchen nach dem eben ausgemittelten Gesetz $x'=x''=x'''=x$ sind):

$$x=(L+\lambda)p \,.\, \sin\tfrac{1}{2}\alpha$$

$$x=\left(L+\frac{\lambda}{m'}\right)p \,.\, \sin\tfrac{1}{2}\alpha'$$

$$x=\left(L+\frac{\lambda}{m''}\right)p \,.\, \sin\tfrac{1}{2}\alpha''$$

$$x=\left(L+\frac{\lambda}{m'''}\right)p \,.\, \sin\tfrac{1}{2}\alpha'''.$$

folglich durch Division:

$$1=\frac{L+\lambda}{L+\frac{\lambda}{m'}} \,.\, \frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'} \text{ oder } L+\frac{\lambda}{m'}=(L+\lambda)\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'}$$

$$1=\frac{L+\lambda}{L+\frac{\lambda}{m''}} \,.\, \frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha''} \text{ oder } L+\frac{\lambda}{m''}=(L+\lambda)\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha''}$$

$$1=\frac{L+\lambda}{L+\frac{\lambda}{m'''}} \,.\, \frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'''} \text{ oder } L+\frac{\lambda}{m'''}=(L+\lambda)\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\alpha'''}$$

Für unseren Fall ist:

$L=849$ Zoll, $\lambda=84{,}1$, $\alpha=21^\circ\,52'$, $\alpha'=17^\circ\,36'$,
$\alpha''=15{,}34$, $\alpha'''=18{,}20$,

hieraus ergeben sich:

Leitungsfähigkeit des Kupfers	$=1{,}00000$
- - - Eisens oder m'	$=0{,}27321$

1) Ich begreife in den folgenden Ausdrücken den Leitungswiderstand l mit unter dem von L, da bei dem zuletzt gebrauchten Multiplicator die Leitungsdrähte aus einem Stücke mit dem Multiplicatordrahte bestanden, also $L+l$ immer constant bleiben mufste.

Leitungsfähigkeit des Platins oder m'' $=0,18370$
- - - Messings oder m''' $=0,32106$.

Noch genauer könnte man diese Werthe finden, wenn die Längen der Drähte größer wären; allein diese Untersuchung lag eigentlich nicht im Zwecke dieses Aufsatzes, daher verspare ich sie auf eine andere Gelegenheit.

Folgerungen aus den bisher nachgewiesenen Gesetzen für die Construction der elektromotorischen Spiralen.

Ich setze bei den nachfolgenden Untersuchungen voraus, der Magnet zur Hervorbringung des elektrischen Stroms sey gegeben, es handele sich also hier für diesen Magneten und seinem gleichfalls gegebenen cylindrischen Anker diejenige Spirale aus einem bestimmten Metalle zu bestimmen, welche am vortheilhaftesten wirke. Ferner nehme ich an, die Spirale nebst deren freien, nicht gewundenen Enden bestehen aus einem und demselben Drahte; daſs übrigens jede andere Beschaffenheit der nicht zur elektromotorischen Spirale gehörigen Drahtenden auf die vorhin angenommene zurückgeführt werden kann, wenn man nur die Länge, den Querschnitt und das Leitungsvermögen der in den Kreis tretenden Drahtstücke kennt, ist für sich klar.

Daſs wir durch Vermehrung der Umwindungen in's Unendliche nicht die Stärke des Stroms ebenfalls in's Unendliche steigern, lehrt eine sehr einfache Betrachtung. Zuvörderst ist die Anzahl der Windungen eines gegebenen Drahtes durch die Länge des cylindrischen Ankers begränzt, die weitere Vermehrung der Anzahl der Windungen könnte also nur durch mehrere Reihen von Windungen über einander geschehen. Es sey nun die elektromotorische Kraft einer Reihe von Windungen, die die

Länge des Ankers einnimmt, $=\varphi$, die Länge des Drahtes aller dieser Windungen, oder hier, beim durchaus gleichmäſsigen Durchmesser des Drahtes, der Leitungswiderstand desselben $=\alpha$, die Länge der nöthigen freien Drahtenden zusammen $=\beta$, so ist die Kraft des Stroms dieser ersten Reihe von Windungen oder:

$$\mu_1=\frac{\varphi}{\alpha+\beta};$$

heiſse nun γ das Stück der zweiten Reihe von Windungen, um welches ihre Länge, wegen ihres nothwendig gröſseren Durchmessers, gröſser ist als die Länge α der ersten Reihen, so ist die Kraft des Stroms durch diese beiden Windungen oder:

$$\mu_2=\frac{2\varphi}{2\alpha+\gamma+\beta},$$

und eben so:

$$\mu_3=\frac{3\varphi}{3\alpha+\gamma+\delta+\beta},$$

wo δ das Stück bezeichnet, um welches die dritte Reihe die erste an Länge übertrifft. Soll nun die zweite Reihe von Windungen nichts mehr zur Verstärkung des Stroms beitragen, so setzen wir $\mu_1=\mu_2$, also:

$$\frac{\varphi}{\alpha+\beta}=\frac{2\varphi}{2\alpha+\beta+\gamma},$$

woraus sich ergiebt:

$$\beta=\gamma,$$

d. h. sobald die freien Enden nur so lang sind, als der Unterschied der Länge der zweiten Reihe von Windungen und der der ersten Reihe beträgt, so wird schon die zweite Reihe nichts mehr zur Verstärkung des Stroms beitragen. Um zu sehen, was in diesem Falle drei Reihen leisten, setzen wir $\beta=\gamma$ in dem Ausdrucke für μ_3, und erhalten:

$$\mu_3=\frac{3\varphi}{3\alpha+2\beta+\delta}.$$

Nun ist aber δ gröſser als γ oder β; wir setzen daher

$\delta = \beta + \mu$, wo μ eine positive Gröfse ausdrückt, dadurch erhalten wir:

$$\mu_3 = \frac{3\varphi}{3\alpha + 3\beta + \mu} = \frac{\varphi}{(\alpha + \beta) + \frac{\mu}{3}}.$$

Dieser letzte Ausdruck für μ_3 ist offenbar kleiner als $\frac{\varphi}{\alpha + \beta}$, folglich würden drei Reihen von Windungen die Wirkung von einer oder zwei Reihen (welche Wirkungen hier gleich gesetzt wurden) nur schwächen.

Eben so findet man, wenn drei Reihen keine stärkere Wirkung haben sollen wie zwei:

$$\delta = \tfrac{1}{2}(\gamma + \beta),$$

d. h. dieser Fall wird dann eintreten, wenn die Länge der freien Enden halb so grofs ist, als die halbe Summe der Unterschiede der Längen der zweiten und dritten Reihe von der der ersten.

Nachdem wir auf diese Weise vorläufig nachgewiesen haben, dafs bei der Vermehrung der Reihen von Windungen irgend einmal ein Maximum des elektrischen Stroms eintrete, so dafs also eine gröfsere Vermehrung nur schaden würde, gehen wir zur allgemeinen Behandlung des Gegenstandes über.

Wir denken uns also die Windungen einer Reihe des besponnenen Metalldrahtes dicht an einander liegend. Es sey dann die Länge des Raums, auf welchen die Windungen aufgewunden werden können $= a$, die Dicke des Drahtes $= b$, die Dicke des besponnenen Drahtes übertreffe die Dicke des unbesponnenen um das Stück β, so dafs sie also $= b + \beta$ sey, die Länge einer Windung sey $= c$, die Länge der freien Drahtenden $= m$; alsdann ist die Anzahl von Windungen, die auf den Anker gewunden werden können, $= \frac{a}{b + \beta}$ und die Länge des Drahtes dieser Windungen $= \frac{a}{b + c} \cdot c$, und die ganze für

[redacted]

eine Reihe von Windungen, von der Elektricität zu durchlaufende Länge:

$$=\frac{a}{(b+\beta)}c+m.$$

Nimmt man den Leitungswiderstand eines Drahtes von derselben Substanz, dessen Länge $=1$ und dessen Dicke $=1$ ist, als Einheit an, so wird der Leitungswiderstand für eine Reihe von Windungen:

$$=\frac{\frac{a}{b+\beta}c+m}{b^2}=\frac{ac+(b+\beta)m}{b^2(b+\beta)}.$$

Heifst ferner f die in einer Windung erregte elektromotorische Kraft, die nach dem zweiten und dritten unserer oben gefundenen Gesetze für jede Gröfse der Windungen und für jede Dicke des Drahtes dieselbe bleibt, so ist die in einer Reihe von Windungen erregte elektromotorische Kraft nach dem ersten der obigen Gesetze:

$$=\frac{a}{b+\beta}\cdot f$$

und folglich die Stärke des elektrischen Stroms für eine Reihe von Windungen oder:

$$p_{,}=\frac{ab^2 f}{ac+(b+\beta)m}.$$

Nun müssen wir für unseren Zweck die Länge einer Windung oder c durch den Durchmesser des cylindrischen Ankers, und durch die Dicke des Drahts und seiner Seidenhülle ausdrücken. Wir haben aber den Halbmesser einer Windung, wenn die halbe Dicke des Eisencylinders $=q$ heifst:

für die erste Reihe $=q+\frac{b+\beta}{2}$

- - zweite - $=q+\frac{3}{2}(b+\beta)$

- - dritte - $=q+\frac{5}{2}(b+\beta)$

- - $n$te - $=q+\frac{2n-1}{2}(b+\beta)$,

daraus ergiebt sich die Länge einer Windung oder:

c für die erste Reihe $=(2q+(b+\beta))\pi$
c - - zweite - $=(2q+3(b+\beta))\pi$
c - - dritte - $=(2q+5(b+\beta))\pi$
c - - $n$te - $=(2q+(2n-1)(b+\beta))\pi$.

Den ersten Werth von c in die Gleichung für m supplirt, erhalten wir:

$$p_1=\frac{ab^2f}{a\pi(2q+(b+\beta))+(b+\beta)m}.$$

Für zwei Reihen von Windungen ist die elektromotorische Kraft, mit Rücksicht auf das obige Gesetz No. 2, $=2\frac{a}{b+\beta}.f$, der Leitungswiderstand aber gleich dem der beiden Reihen von Windungen und des Stükkes m zusammen, also:

$$=\frac{\frac{a}{b+\beta}(2q+b+\beta)\pi+\frac{a}{b+\beta}(2q+3(b+\beta))\pi+m}{b^2}$$

$$=\frac{a\pi(4q+4(b+\beta))+m(b+\beta)}{b^2(b+\beta)}$$

folglich die Kraft des Stroms für zwei Reihen oder:

$$p_2=\frac{2.\frac{a}{b+\beta}.f}{\frac{a\pi(4q+4(b+\beta))+m(b+\beta)}{b^2(b+\beta)}}$$

$$=\frac{2ab^2f}{a\pi(4q+4(b+\beta))+m(b+\beta)}.$$

Auf ganz ähnliche Weise findet man:

$$p_3=\frac{3ab^2f}{a\pi(6q+9(b+\beta))+m(b+\beta)}$$

$$p_4=\frac{4ab^2f}{a\pi(8q+16(b+\beta))+m(b+\beta)}$$

$$p_n=\frac{n.ab^2f}{a\pi(2nq+n^2(b+\beta))+m(b+\beta)} \qquad \text{(D)}$$

Differenzire ich diesen allgemeinen Ausdruck der Kraft des Stroms für n Reihen von Windungen in Rücksicht auf n, so erhalte ich:

$$\frac{d.p_2}{dn}=ab^2f\times$$

$$\times\frac{a\pi(2nq+n^2(b+\beta))+m(b+\beta)-a\pi n(2q+2n(b+\beta))}{[a\pi(2nq+n^2(b+\beta))+m(b+\beta)]^2}$$

Setze ich diesen Ausdruck $=o$, so ergiebt sich nach einigen Reductionen:

$$m-a\pi n^2=o,$$

folglich:

$$n=\sqrt{\left(\frac{m}{a\pi}\right)}.$$

Hier nehme ich das positive Zeichen der Wurzel, weil n seiner Natur nach nicht negativ seyn kann, und m, a, π alle drei positiv sind.

Entwickeln wir ferner $\frac{d^2p_2}{dn^2}$ und setzen wir in den gefundenen Ausdruck diesen Werth von $n=\sqrt{\left(\frac{m}{a\pi}\right)}$ so erhalten wir eine negative Gröfse, folglich entspricht dieser Werth von n einem Maximum des Stroms.

Aus dem gefundenen Werthe von n für's Maximum des Stroms können wir folgern:

1) Dafs das Maximum der Wirkung des Magneten auf unsere Spirale für jede Dicke des Drahtes bei derselben Anzahl von Windungsreihen erreicht wird, denn n ist unabhängig von $b+\beta$.

2) Dafs, je länger die freien Enden der Spirale sind, oder je gröfser m ist, um so mehr Reihen von Windungen erforderlich sind, um das Maximum der Wirkung zu erreichen.

3) Dafs, je länger der Raum a ist, auf welchen die Windungen in einer Reihe gewunden werden können, um so weniger Reihen von Windungen erforderlich sind, um den gröfsten Strom hervorzubringen.

4) Dafs das Maximum von q unabhängig ist, d. h. dafs es einerlei ist für die Anzahl der Windungsreihen, die zur Erreichung des Maximums erforderlich sind, ob

sie unmittelbar um den Cylinder von Eisen oder um einen anderen Cylinder gewunden sind, der auf jenen geschoben wird.

Setzen wir den oben gefundenen Werth von

$$n = \sqrt{\left(\frac{m}{a\pi}\right)}$$

in den allgemeinen Ausdruck der Kraft, welcher in der Gleichung (D) enthalten ist, so erhalten wir nach einigen Reductionen, als Ausdruck des Maximums des zu erreichenden Stroms:

$$p_{(\text{Maximum})} = \frac{b^2 f}{2\left(\pi q + (b+\beta)\sqrt{\left(\frac{\pi m}{\alpha}\right)}\right)} \quad \ldots \quad (E)$$

Dieser Ausdruck lehrt uns wiederum Folgendes:

1) Das Maximum des Stroms steht in directem Verhältnifs zu f, d. h. zur Kraft des Magneten oder vielmehr zur Stärke des im Anker beim Anlegen an den Magneten entstehenden und wieder verschwindenden Magnetismus.

2) Das Maximum ist stärker für einen dicken Draht als für einen dünnen, denn man kann den Ausdruck desselben auf die Form

$$\frac{f}{\frac{A}{b^2} + \frac{B}{b}}$$

bringen, welche für eine Zunahme von b eine Zunahme des ganzen Ausdrucks klar macht.

3) Das Maximum nimmt ab mit q, d. h. es wird um so kleiner, auf einen je gröfseren Cylinder die erste Reihe von Windungen gewunden ist (vorausgesetzt, dafs der Anker deswegen nicht gröfser wird).

4) Es wird kleiner mit dem Wachsthume von m, d. h. je gröfser die freien Verbindungsenden der Spirale sind, um so geringer wird das möglichst erreichbare Maximum des Stromes seyn.

5) Endlich wächst das Maximum, wenn a wächst,

d. h. wenn der Raum des Ankers, auf welchen eine Reihe von Windungen gewunden werden kann, gröfser wird.

Wir werden die Kraft des Stroms einer einzigen um den Anker gewundenen Windung für dasselbe m erhalten, sobald wir in dem allgemeinen Ausdrucke (D) für den Strom $n=1$ und $a=b+\beta$ setzen, wir finden dann:

$$p_{(\text{einer Windung})}=\frac{b^2 f}{\pi(2q+b+\beta)+m}.$$

Dividiren wir hiermit den Ausdruck für's Maximum des Stromes (E), so werden wir den Quotienten mit »*Maximum der Verstärkung*« bezeichnen können, und finden, dafs das Maximum der Verstärkung sey:

$$\frac{2q+(b+\beta)\frac{m}{\pi}}{2q+2(b+\beta)\sqrt{\left(\frac{m}{a\pi}\right)}} \quad \ldots \quad (F)$$

Suche ich z. B., bei welcher Anzahl von Windungsreihen ich für meinen Magneten und Anker das Maximum des Stroms erreiche, wenn ich zum Multiplicatordrahte und zu den Verbindungsdrähten zusammen eine Länge von 850 engl. Zoll nehme, so habe ich
$a=1,6$ $b+\beta=0,065$ (Draht No. 4) $q=0,335$ $m=850$

Die Formel $n=\sqrt{\frac{m}{a\pi}}$ giebt für $n=13,07$

und die Formel (F) giebt das Maximum der
Verstärkung $=114,8$

Wir werden also das Maximum des Stroms bei etwa dreizehn Windungsreihen erreichen, und der Strom wird alsdann etwa 115 Mal stärker seyn, als ihn eine einzige Windung erzeugt.

Wir wollen hier noch den Fall besonders betrachten, wo $m=0$ ist, d. h. wo es keine freien Enden der Spirale giebt, sondern wo sie sich durch sich selbst schliefst. Setzen wir $m=0$ in dem Ausdrucke des Stroms für eine Win-

Windung, für eine Reihe von Windungen und für n Reihen von Windungen, so erhalten wir:

für eine einzige Windung $= \frac{b^2 f}{2q\pi + \pi(b+\beta)}$

für eine Reihe von Windungen $= \frac{b^2 f}{2q\pi + \pi(b+\beta)}$

für n Reihen von Windungen $= \frac{b^2 f}{2q\pi + n\pi(b+\beta)}$

woraus folgt, dafs hier der Strom in einer Windung eben so stark ist, als in einer Reihe einer beliebigen Anzahl von Windungen, und dafs er in diesen beiden Fällen stärker sey, als wenn mehrere Reihen von Windungen über einander laufen (denn n ist eine ganze positive Zahl). Der Ausdruck des Stroms für eine Windung läfst sich übrigens auch so schreiben:

$$\frac{f}{\frac{(2q+b+\beta)\pi}{b^2}}$$

d. h. er ist gleich der elektromotorischen Kraft, dividirt durch den Leitungswiderstand einer Windung, und in der That fällt es nun in die Augen, dafs in diesem Falle von $m=o$ eine Reihe von Windungen eben so wirken mufs, wie eine einzige Windung, denn mit der Vermehrung der Anzahl von Windungen wurde die elektromotorische Kraft und der Leitungswiderstand in gleichem Verhältnisse vergröfsert, folglich bleibt der Quotient der einen durch den andern, oder der elektrische Strom unverändert. Eben so ist es jetzt klar, dafs in der That eine zweite Reihe von Windungen den Strom nur schwächen kann, da in der zweiten Reihe die elektromotorische Kraft wie in der ersten mit der Vermehrung der Anzahl von Windungen wächst, dagegen der Leitungswiderstand in den zwei Reihen gröfser ist, als das Doppelte derselben in einer Reihe, wegen des vergröfserten Durchmessers.

Alle die obigen Sätze können aber bis jetzt noch

nicht angewandt werden auf ein Phänomen des Magneto-Elektrismus, nämlich auf die Hervorbringung des Funkens. Dieser erscheint nämlich nur, wenn die metallene Leitung des Stroms irgend wo unterbrochen wird; da tritt also in den Kreislauf des Stroms ein Zwischenleiter, dessen Länge zwar fast unendlich klein, dessen Leitungswiderstand aber dafür auch fast unendlich groſs ist. Wir müſsten also zur Anwendung der oben entwickelten Formeln erst im Stande seyn, diesen Zwischenleiter auf eine gewisse Drahtlänge, bei gegebenem Durchmesser des Drahtes, zu reduciren, und so m zu bestimmen; allein zu dieser Reduction fehlen uns bis jetzt noch die Data.

II. *Ueber die Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektricität bei verschiedenen Temperaturen; von E. Lenz.*

(Auszug aus einer in der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg den 7. Juni 1833 gelesenen und in ihren *Mémoires* (*Sciences mathem. phys. et natur. Tom. II p.* 631) abgedruckten Abhandlung; mitgetheilt vom Verfasser.)

Der berühmte Humphry Davy war der Erste, welcher zeigte, daſs die Leitungsfähigkeit der Drähte für die Elektricität von ihrer Temperatur abhängig sey, und zwar so, daſs die Leitungsfähigkeit abnehme, wenn die Temperatur zunimmt. Den auffallendsten Beweis dafür gab er durch folgenden bekannten Versuch. Er schloſs die Pole einer kräftigen voltaschen Säule durch einen Draht, von der Dimension und Leitungsfähigkeit, daſs derselbe eben anfing durch den elektrischen Strom roth zu glühen; als er hierauf eine Stelle des Drahtes während dieses Zustandes durch eine darunter gehaltene Lampe zum Weiſsglühen brachte, so hörte der übrige Theil des Drahtes gänzlich auf zu glühen. Durch die weiſsglühende

Stelle nämlich ward der elektrische Strom so sehr geschwächt, dafs er nicht mehr im Stande war, den Draht rothglühend zu erhalten. — Erkältete dagegen Davy eine Stelle eines rothglühenden Drahtes durch Eis oder einen erkältenden Luftstrom, so fing der übrige Draht augenblicklich an stärker zu glühen, weil die bessere Leitung der erkälteten Stelle dem Strome einen geringeren Leitungswiderstand entgegenstellte als früher, der Strom also kräftiger wirken konnte. Auf diesen Versuch und einige ihm ähnliche sich stützend, haben alle späteren Lehrbücher und Abhandlungen über diesen Gegenstand den Satz der schlechten Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektricität bei erhöhter Temperatur aufgenommen, ohne dafs, meines Wissens, irgend Jemand versucht hätte, die Gröfse der Abnahme der Leitungsfähigkeit mit dem Wachsthum der Temperatur numerisch zu bestimmen. Die Ursache hiervon läfst sich leicht darin nachweisen, dafs die bisher angewandten genauesten Methoden der Bestimmung der Kraft eines elektrischen Stromes zur Ermittlung des in Frage stehenden Punkts nicht wohl ausreichten. Es können diese Methoden nämlich, wenn sich einigermafsen genaue Resultate aus ihnen herleiten lassen sollen, füglich auf zwei reducirt werden, auf die Methode der galvanischen Drehwage und auf die der Oscillationen; die erste wurde besonders von Ohm bei seinen zahlreichen Arbeiten im Gebiete des Galvanismus, die letztere von Fechner in seinen galvanischen Mafsbestimmungen angewandt; beide aber sind unzulässig bei der Bestimmung der Leitungsfähigkeit der Metalldrähte bei verschiedenen Temperaturen aus mehreren Gründen; vorzüglich aber, weil sie eine zu lange Beobachtungszeit erfordern, während welcher es unmöglich ist die Drähte in constanten Temperaturen zu erhalten, wenn man sich nicht etwa blofs mit den constanten Temperaturen des Frier- und Siedpunkts begnügen will.

Durch die Entdeckung Faraday's, dafs der Mag-

net unter geeigneten Umständen einen augenblicklichen elektrischen Strom hervorzubringen vermöge, ist uns eine dritte Methode angewiesen den fraglichen Punkt zu ermitteln, die den früheren aus folgenden vier Gründen bei weitem vorzuziehen ist.

1) Der elektrische Strom, welcher in einem, den cylindrischen Anker eines Magneten spiralförmig umwindenden, Drahte durch Abreifsen desselben vom Magneten erregt wird, kann sehr constant von derselben Kraft erhalten werden, wenigstens wenn schon mehrere Abreifsungen vorgenommen worden sind, wie solches aus einer früheren Abhandlung, die ich der Academie vorlegte, und die den Titel führt: »Ueber die Gesetze, nach welchen der Magnet auf eine Spirale einwirkt, wenn er ihr plötzlich genähert oder von ihr entfernt wird etc.« [1]) zur Genüge erhellt, und aus vorliegender Abhandlung noch klarer werden wird.

2) Der Apparat zu unseren Versuchen kann so construirt werden, dafs der elektrische Strom, der auf diese Weise erregt wird, nur durch metallische Leiter strömt, wodurch er einer genaueren Berechnung unterworfen werden kann, als wenn er auch durch Flüssigkeiten hindurch müfste, da die Gesetze des Leitungswiderstandes der Metalle gegen den elektrischen Strom, in sofern er von den Dimensionen derselben abhängig ist, als vollkommen ausgemittelt betrachtet werden können, besonders in neuerer Zeit durch Ohm's und Fechner's zahlreiche Versuche.

3) Die augenblickliche Dauer des Stroms läfst eine genaue Berechnung der Kraft, die der Strom auf die Doppelnadel des Multiplicators ausübt, zu, da die Windungen des letzteren auf die Nadel immer in einer und derselben Lage einwirken, nämlich in der, wo die Nadel in Ruhe ist. Ich habe die einfache Formel dafür in der oben erwähnten Abhandlung entwickelt.

4) Die Beobachtung nimmt nur einen Augenblick

1) Es ist eben die vorhergehende Abhandlung. P.

Zeit, so dafs sie für jeden beliebigen Moment des Steigens der Temperatur des zu prüfenden Drahts angestellt werden kann.

Aus diesen Gründen glaubte ich jetzt mit Erfolg zur Ermittlung des Einflusses der Temperatur auf die Leitungsfähigkeit der Metalle für Elektricität schreiten zu können, und gegenwärtige Abhandlung enthält meine Versuche hierüber und die Resultate, die ich aus ihnen hergeleitet habe, wobei ich mich für's Erste auf fünf Metalle beschränkte, die am meisten bei galvanischen Ketten zu Leitungsdrähten gebraucht werden, nämlich Silber, Kupfer, Messing, Eisen und Platin.

Der Apparat, dessen ich mich bediente, ist dem in meiner früheren Abhandlung beschriebenen ganz ähnlich. Der Multiplicator bestand aus einem Kupferdrahte vom Durchmesser =0,061 engl. Zoll [1]), er macht in zwei Reihen über einander im Ganzen 32 Windungen, war gut mit Seide besponnen, und hatte mit den Leitungsdrähten zusammen, die mit ihm ein Stück ausmachten [2]), eine Länge von 827",2. — Der Hufeisenmagnet war ebenfalls der schon gebrauchte und beschriebene, er trug 22 Pfund. — Die elektromotorische Spirale, die den cylindrischen Anker umgab, hatte 25 Windungen, war mit ihren freien Enden 180" lang und 0,044" dick. — Ein Ende des elektromotorischen Drahtes ward unmittelbar mit dem Leitungsdrahte verbunden, zwischen den andern Enden beider ward der Draht hineingebracht, dessen Leitungsfähigkeit für verschiedene Temperaturen geprüft werden sollte. Ich habe schon in meiner früheren Abhandlung bemerkt, dafs ein mehrmaliges festes Umeinanderwinden der zu verbindenden Drähte eine vollkommene

1) Alle Maafse in dieser Abhandlung sind in englischen Zollen gegeben.

2) Daher im Folgenden die Ausdrücke: »Multiplicatordraht« und »Leitungsdraht« ein und dasselbe bedeuten.

Leitung zulasse, und habe mich nochmals davon überzeugt, indem ich diese Art der Verbindung mit der durch Eintauchen in Quecksilber verglich; in beiden Fällen war die erhaltene Abweichung der Magnetnadel des Multiplicators, unter sonst ganz gleichen Umständen, ganz und gar dieselbe. Die Länge des zu prüfenden Drahtes ward jedesmal genau gemessen, dann um einen Cylinder zu einer dichten Spirale gewunden, und, nachdem der Cylinder herausgezogen war, auf die Kugel eines Greiner'schen Thermometers Réaum. geschoben, welches mit einer Scale bis zum Siedpunkt des Quecksilbers hinauf versehen war; die Scale war auf Papier getheilt und in eine Glasröhre eingeschlossen, wie dieses bei den Thermometern von Greiner gewöhnlich der Fall ist. — Das Thermometer wurde berichtigt durch Vergleichung mit einem Normalthermometer, und auch die Correction, wegen ungleichförmiger Ausdehnung des Quecksilbers, über den Siedpunkt des Wassers hinaus, nach Dulong und Petit, berücksichtigt. Die im Folgenden angegebenen Temperaturen sind alle bereits auf diese Weise corrigirt worden. — Das Thermometer nebst der darauf stehenden Drahtspirale wurde hierauf in ein cylindrisches, kupfernes, mit Baumöl auf $\frac{2}{3}$ der Höhe gefülltes Gefäfs von 5″ Höhe und 4″ Durchmesser gesteckt, durch Oeffnungen, die zu dem Zwecke in dem Deckel des Gefäfses angebracht waren, so dafs aus demselben nur die Thermometerscale und die beiden Enden des zur Cylinderspirale gewundenen, zu prüfenden Drahtes hervorragten, welche letztere mit den übrigen Drähten, durch welche der elektrische Kreislauf gehen sollte, auf gehörige Weise verbunden wurden. — Damit die Dämpfe des sich erhitzenden Oeles mir beim Beobachten nicht beschwerlich fallen möchten, wurde der Deckel des kupfernen Gefäfses fest anschliefsend gemacht, und die Dämpfe wurden durch ein gebogenes kupfernes Rohr in einen Glaskolben geführt, der von Eisstücken umgeben war. Hierauf

ward das Oel mittelst einer Spirituslampe erhitzt, bis zu der Temperatur, deren Einflufs man gerade bestimmen wollte, und die Abweichung durch Abreifsung des Ankers mit seiner elektromotorischen Spirale in dem Augenblick hervorgebracht und beobachtet, in welchem das Thermometer bis auf den bestimmten Punkt stieg; hierauf ward die Lampe entfernt und dieselbe Beobachtung, bei derselben Temperatur, aber beim Sinken des Thermometers durch allmäliges Erkalten der Oelmasse, angestellt. Endlich wurden beide Beobachtungen nochmals wiederholt, so dafs bei jeder Temperatur vier Beobachtungen angestellt wurden, zwei bei steigender und zwei bei sinkender Temperatur, wodurch ich die Fehler, die aus einer ungleichen Erwärmung der Spirale und des Thermometers entstehen würden, so viel wie möglich aufzuheben suchte. Indem ich nun auch zu gleicher Zeit, wie ich in meiner früheren Abhandlung solches ausführlicher gezeigt habe, diese vier Beobachtungen so anstellte, dafs zwei an dem einen und zwei an dem andern Ende des Multiplicatorzeigers beobachtet, und bei zweien die Ablenkung nach rechts, bei zweien aber nach links hervorgebracht wurden (durch Umkehren des Magneten beim Anlegen an den Anker), so eliminirte ich zugleich die Fehler der Excentricität der Nadel und einer etwaigen Drehung des zusammengesetzten Coconfadens, an welchem die Doppelnadel hing.

Die Beobachtungsreihe für die Leitungsfähigkeit eines jeden Metalls bei verschiedenen Temperaturen fing ich mit der Bestimmung der Kraft des Stroms an, wie sie sich blofs für den elektromotorischen und galvanometrischen Draht, ohne Zwischenbringung des zu prüfenden Drahtes, ergab, und beschlofs sie mit einer ähnlichen Beobachtung, wobei ich die Temperatur der Leitungsdrähte mit der des Zimmers gleich annahm; die Angabe derselben, wie sie sich im Mittel aus allen Thermometerablesungen, die nach je vier Beobachtungen des Galvano-

meters an einem besonders dazu angebrachten Thermometer vorgenommen wurden, ergab, findet sich bei jeder der nachfolgenden Versuchstabellen angemerkt. — Aus den Beobachtungen am Anfang und Ende einer jeden Reihe und bei Weglassung des zu prüfenden Drahtes aus dem Umkreise des Stroms ist zu gleicher Zeit zu ersehen, dafs in den meisten Fällen der Magnet so gut wie gar nichts an Kraft verloren hat durch die vielen dazwischen vorgenommenen Abreifsungen. Nur beim Silberdraht ist eine etwas bedeutende Schwächung zu bemerken, von einem Grade, dagegen beim Kupferdrahte z. B. eine Steigerung der Kraft des Magneten stattgefunden zu haben scheint; indessen kann die geringe Verschiedenheit des Resultats auch in einer Veränderung der magnetischen Erdkraft, in einer geringen Veränderung der Leitungsfähigkeit der Kupferdrähte, da in der That die Temperatur sich im Laufe des Tages um etwas veränderte u. s. w., ihren Ursprung haben. Ich habe immer das Mittel aus der Abweichung am Anfange und Ende der Reihe als die wahre Abweichung angenommen und mit diesem Werthe in Rechnung gebracht.

Für die Berechnung der Leitungsfähigkeit der Drähte bei verschiedenen Temperaturen, aus den beobachteten Ablenkungen der Multiplicatornadel, wandte ich folgendes Verfahren an. Ich reducirte erst jeden Draht auf den Querschnitt des Multiplicatordrahtes nach dem Satze, dafs sich die Leitungswiderstände der Drähte umgekehrt wie ihre Querschnitte verhalten; nach dieser Reduction können die Leitungswiderstände durch die Länge der Drähte ausgedrückt werden (da sie denselben proportional sind), dividirt durch ihre Leitungsfähigkeit. Ich nehme für jede Reihe die Leitungsfähigkeit des kupfernen Multiplicator- und elektromotorischen Drahtes als Einheit an, und nenne die Summe der reducirten Länge beider $= L$, so drückt also auch L ihren Leitungswiderstand aus; die auf denselben Querschnitt des Multiplicatordrahtes reducirte Länge des zu prüfenden

Drahtes heifse λ, sein Leitungsvermögen $=\gamma$, ferner heifse die elektromotorische Kraft der Spirale um den Anker für unseren Magneten $=A$, die beobachtete Ablenkung ohne Zwischenbringung des zu prüfenden Drahtes $=a$, dieselbe nach Dazwischenbringung dieses letzteren bei einer gewissen beobachteten Temperatur $=b$. Die Stärke des Stroms für den ersten Fall ist $\frac{A}{L}$, für den zweiten Fall $\frac{A}{L+\frac{\lambda}{\gamma}}$, und hieraus ergeben sich, wie ich in meiner früheren Abhandlung gezeigt habe, die beiden Gleichungen:

$$\frac{A}{L}=p\,.\,\sin(\tfrac{1}{2}a)$$

$$\frac{A}{L+\frac{\lambda}{\gamma}}=p\,.\,\sin(\tfrac{1}{2}b)$$

wo p einen zu bestimmenden Coëfficienten bedeutet, der aber, so wie das ebenfalls noch zu bestimmende A verschwindet, sobald wir die erste Gleichung durch die zweite dividiren; wir bekommen alsdann die Gleichung:

$$\frac{L+\frac{\lambda}{\gamma}}{L}=\frac{\sin(\frac{1}{2}a)}{\sin(\frac{1}{2}b)}$$

und folglich:

$$\gamma=\frac{\lambda\sin(\frac{1}{2}b)}{L(\sin(\frac{1}{2}a)-\sin(\frac{1}{2}b))}$$

$$=\frac{\lambda\,.\,\sin(\frac{1}{2}b)}{2L\cos\frac{1}{4}(a+b)\,.\,\sin\frac{1}{4}(a-b)}$$

der letzte Ausdruck für γ ist für die logarithmische Berechnung bequemer.

Nach dieser Formel sind nun die in den nachfolgenden Versuchsreihen angegebenen Werthe von γ berechnet, wo sich aber für jede Reihe die γ auf eine andere Einheit beziehen, nämlich auf die der Leitungsfähig-

keit des elektromotorischen und galvanometrischen Kupferdrahts bei der Temperatur, die sie während der Reihe im Mittel hatten, und die daher jedesmal angegeben ist. Die Reduction auf ein und dieselbe Einheit wird nachher beim Zusammenfassen der Resultate für die verschiedenen Metalle vorgenommen werden.

Um das Verhältnifs der Durchmesser der verschiedenen Kupferdrähte an meinem Apparate zu bestimmen, bediente ich mich der Abwägung gleicher Längen; die Drähte aus anderen Metallen waren mit einem der Kupferdrähte durch ein und dasselbe Loch gezogen, also mit ihm von gleichem Durchmesser. — Der Werth von L ergab sich hiernach $=1183,55$. Der Werth von λ war bei den verschiedenen Drähten etwas verschieden, daher werde ich ihn immer besonders angeben. Ich lasse nun hier die Beobachtungen folgen, indem ich zugleich die aus ihnen berechneten Leitungsvermögen oder γ hinzufüge.

Versuch mit dem Silberdraht.

Reducirte Länge oder $\lambda=527,12$. — Temperatur des Zimmers $=13,2$ R.

Das Silber war vollkommen rein.

Ohne zwischengebrachten Silberdraht erhielt ich:

	Abweichungen					
	1.	2.	3.	4.	Mittel.	
Beim Beginn der Reihe	75°,6	73°,4	75°,6	79°,4	76°,00	folglich $a=75°\ 31',5$
Beim Ende der Reihe	75 ,1	72 ,2	74 ,7	78 ,2	75 ,05	

Nach Zwischenbringung des Silberdrahts zwischen den Multiplicator- und elektromotorischen Draht ergaben sich bei den beistehenden Temperaturen folgende Abweichungen der Multiplicationsnadel:

Therm. Réaum.	Abweichung der Nadel 1.	2.	3.	4.	Mittel oder *b*.	γ.
0,5	56°,9 56 ,7	55°,2 55 ,1	57°,2 57 ,1	59°,7 59 ,7	57° 12',0	1,59500
15,2	56 ,3 56 ,4	54 ,5 54 ,5	57 ,0 56 ,7	59 ,0 58 ,6	56 37,5	1,52990
31,0	55 ,4 55 ,0	53 ,5 53 ,5	55 ,4 55 ,1	57 ,7 57 ,9	55 26,2	1,41359
47,3	54 ,0	52 ,8	54 ,7	57 ,0	54 37,5	1,33126
63,7	53 ,6	52 ,0	54 ,1	55 ,6	53 49,5	1,26213
79,7	52 ,7	51 ,0	52 ,9	55 ,3	52 58,5	1,19383
94,9	51 ,9	50 ,0	52 ,1	54 ,4	52 6,0	1,12905
110,1	51 ,1	49 ,1	51 ,0	52 ,9	51 1,5	1,05601
125,3	50 ,3	48 ,3	50 ,3	52 ,4	50 19,5	1,01181
139,7	49 ,8	47 ,7	49 ,3	51 ,3	49 31,5	0,96390
155,1	48 ,7	47 ,6	48 ,6	50 ,5	48 51,0	0,92624
169,6	48 ,0	46 ,5	48 ,3	50 ,0	48 12,0	0,89134

Versuch mit dem Kupferdraht.

Reducirte Länge oder $\lambda = 534,72$. — Temperatur des Zimmers $= 15,1$ R.

Das Kupfer war das hier im Handel vorkommende, was fast völlig frei von fremden Metallen ist.

Ohne zwischengebrachten Kupferdraht erhielt ich:

	Abweichungen 1.	2.	3.	4.	Mittel.	
Beim Beginn der Reihe	69°,0	67°,2	67°,8	72°,9	69,225	folglich $a = 69° 33',0$
Am Ende der Reihe	70 ,1	67 ,5	68 ,9	73 ,0	69,875	

Therm. Réaum.	Abweichungen				Mittel oder *b*.	*r*.
	1.	2.	3.	4.		
2,60	48°,6	46°,6	48°,3	50°,2	48° 33',0	1,16640
20,80	47 ,8	45 ,9	47 ,3	48 ,9	47 33,7	1,09023
	47 ,7	45 ,7	47 ,5	48 ,6		
39,50	45 ,9	46 ,0	46 ,3	48 ,1	46 34,5	1,02120
59,50	46 ,0	43 ,9	45 ,6	47 ,1	45 39,0	0,96064
79,40	45 ,0	43 ,0	44 ,7	46 ,8	44 52,5	0,91394
98,80	44 ,2	42 ,6	43 ,6	46 ,9	44 19,2	0,88234
118,20	43 ,2	42 ,1	42 ,5	45 ,2	43 15,0	0·82496
137,40	42 ,8	41 ,5	42 ,2	43 ,5	42 30,0	0,78284
156,70	42 ,0	40 ,2	41 ,8	43 ,1	41 46,5	0,75337
175,80	40 ,6	38 ,6	40 ,0	42 ,1	40 19,5	0,68998
195,00	40 ,1	38 ,2	38 ,8	41 ,1	39 33,0	0,65875

Versuch mit dem Messingdraht.

Reducirte Länge oder $\lambda = 438,26$. — Temperatur des Zimmers $= 14,8$

Der Messingdraht war der im Handel vorkommende.

Ohne Dazwischenbringung des Messingdrahtes erhielt ich folgende Resultate mittelst des elektromotorischen und Multiplicatordrahtes allein.

	Abweichungen				Mittel.	
	1.	2.	3.	4.		
Beim Beginn der Reihe	72°,1	68°,8	69°,0	73°,9	70,950	folglich $a = 70° 39',9$
Am Ende der Reihe	70 ,4	68 ,0	69 ,6	73 ,5	70,375	

Nach Dazwischenbringung des Messingdrahtes erhielt ich:

Therm. Réaum.	Abweichungen				Mittel. oder b.	γ.
	1.	2.	3.	4.		
2,48	32°,9	31°,5	32°,7	33°,1	32° 33'	0,34845
15,47	31 ,7	30 ,7	32 ,0	32 ,7	31 46,5	0,33282
39,53	31 ,2	30 ,2	31 ,3	32 ,3	31 15,0	0,32282
79,38	30 ,1	29 ,1	30 ,5	30 ,6	30 4,5	0,30129
118,19	29 ,2 29 ,4	28 ,1 28 ,6	29 ,2 29 ,8	29 ,7 29 ,9	29 14,2	0,28670
156,74	28 ,2	27 ,0	28 ,4	28 ,6	88 3,0	0,26714
195,02	27 ,4 27 ,6	26 ,1 26 ,1	27 ,6 27 ,3	27 ,9 28 ,1	27 16,5	0,25467

Versuche mit dem Eisendraht.

Reducirte Länge oder $\lambda = 526{,}7$. — Temperatur des Zimmers $= 13{,}5$.

Das Eisen war das im Handel vorkommende.

Ohne Dazwischenbringung des Eisendrahtes erhielt ich folgende Abweichungen der Multiplicatornadel:

	Abweichungen				Mittel.	
	1.	2.	3.	4.		
Vor Beginn der Reihe	69°,2	67°,0	67°,1	71°,8	68,775	folglich $a = 68°\ 40',5$
Am Ende der Reihe	68 ,7	68 ,4	66 ,3	70 ,0	68,575	

Die Versuche nach Dazwischenbringung des Eisendrahtes ergaben:

Therm. Réaum.	Abweichung der Nadel				Mittel oder b.	γ.
	1.	2.	3.	4.		
3,47	20°,4 20 ,7	20°,3 20 ,4	21°,3 20 ,9	21°,8 21 ,6	20° 55',5	0,21129
39,53	18 ,8	18 ,0	18 ,8	18 ,8	18 36,0	0,17870
79,38	16 ,0 15 ,6	15 ,4 16 ,0	15 ,6 16 ,0	16 ,6 16 ,7	15 56,2	0,14501
118,19	13 ,6	13 ,5	13 ,6	14 ,5	13 46,5	0,12014
156,74	11 ,5 11 ,7	11 ,9 11 ,8	11 ,7 11 ,9	12 ,6 12 ,7	11 58,5	0,10096
195,02	10 ,2 10 ,3	10 ,6 10 ,7	10 ,0 10 ,2	11 ,2 10 ,9	10 31,0	0,08634

Versuche mit dem Platindraht.

Reducirte Länge oder $\lambda = 528{,}32$. — Temperatur des Zimmers $= 14{,}0$.

Das Platin war das hier in der Münze käufliche.

Ohne Zwischenbringung des Platindrahtes erhielt ich:

	Abweichungen				Mittel.	
	1.	2.	3.	4.		
Vor Beginn der Reihe	75°,9	73°,2	75°,0	76°,6	75° 10',2	folglich $a = 75°\ 12',6$
Am Ende der Reihe	75 ,9	72 ,9	74 ,1	78 ,1	75 ,15,0	

Nachdem der Platindraht dazwischen gebracht worden war:

Therm. Réaum.	Abweichungen				Mittel oder *b*.	γ.
	1.	2.	3.	4.		
0,9	19°,1	18°,2	19°,5	19°,7	19° 7',5	0,16695
14,6	18 ,4	17 ,8	18 ,9	19 ,1	18 33,0	0,16018
31,0	17 ,8	17 ,1	18 ,0	18 ,5	17 51,0	0,15076
47,3	17 ,2	16 ,7	17 ,7	17 ,8	17 21,0	0,14639
63,7	16 ,7	16 ,0	17 ,2	17 ,3	16 48,0	0,14048
79,7	16 ,3	15 ,8	16 ,7	16 ,8	16 24,0	0,13614
94,9	15 ,8 15 ,9	15 ,2 15 ,1	16 ,1 16 ,0	16 ,3 16 ,2	15 49,5	0,13001
110,1	15 ,4	15 ,0	15 ,6	15 ,9	15 28,5	0,18634
125,3	15 ,0	14 ,4	15 ,2	15 ,6	15 3,0	0,12195
139,7	14 ,6	14 ,1	14 ,7	15 ,2	14 32,5	0,11678
155,1	14 ,3	13 ,6	14 ,5	14 ,1	15 22,5	0,11510
169,6	13 ,8	13 ,4	14 ,4	14 ,3	13 58,5	0,11112
185,7	13 ,6	13 ,1	14 ,1	14 ,2	13 45,0	0,10891

Um die Abnahme der Leitungsfähigkeit der Drähte bei Zunahme der Temperatur durch Gleichungen auszudrücken bediente ich mich der Formel:

$$\gamma_n = x + yn + zn^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(A)}$$

wo γ_n die Leitungsfähigkeit der Drähte bei n Grad des Réaumur'schen Thermometers, x die Leitungsfähigkeit derselben bei 0° bedeutet, und wo y und z bestimmte Coëfficienten sind. Aus den zur Bestimmung von x, y und z mehr als hinreichenden Werthen von γ_n und n müfsten diese Werthe also nach der Methode der kleinsten Quadrate abgeleitet werden; um aber die zu weitläufige Rechnung zu vermeiden, habe ich mich der, in diesem Falle, wo die Beobachtungsfehler doch mehrere Minuten betragen, wohl erlaubten Abkürzungen bedient, dafs ich die erste Gleichung von der zweiten, die zweite von der dritten etc. abzog, und daher eine Gleichung weniger als ursprünglich von der Form:

$$0 = m + ay + bz \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

erhielt, aus denen ich nun y und z ableitete, und durch Substitution dieser Werthe in die frühere Gleichung von der Form (A) und dem Mittel aus allen, endlich auch x.

Auf diese Weise habe ich zuerst die Veränderungen der Leitungsfähigkeiten aller fünf Drähte in Formeln ausgedrückt, die sich auf die des Multiplicators und Leitungsdrahtes, als Einheit genommen, beziehen. Diese Einheit variirt aber bei den verschiedenen Drähten etwas, wegen der veränderlichen Temperatur des Zimmers und also auch der Multiplicator- und Leitungsdrähte; um also die Formeln vergleichbar zu machen, mufste eine kleine Correction angebracht werden, die ich dadurch bewerkstelligte, dafs ich aus der Formel für den Kupferdraht das Verhältnifs seiner Leitungsfähigkeit für die verschienen Temperaturen, welche im Zimmer während meiner Versuche stattfanden, herleitete, und hiernach alle Formeln auf ein und dieselbe Einheit, nämlich die der Multiplicator- und Leitungsdrähte bei 14° R., zurückführte. Endlich aber habe ich auch diese Einheit, der bisherigen Gewohnheit zu Gefallen, noch dahin abgeändert, dafs ich die Leitungsfähigkeit des Kupferdrahtes bei 0° = 100 setzte und darauf alle übrigen Drähte bezog; diese Operationen sind im Einzelnen aus meiner ausführlicheren Abhandlung zu ersehen; hier gebe ich nur die erhaltenen Resultate, nämlich:

für Silber

$$\gamma_n = 136{,}250 - 0{,}49838 \,.\, n + 0{,}00080378 \,.\, n^2$$

für Kupfer

$$\gamma_n = 100{,}000 - 0{,}31368 \,.\, n + 0{,}00043679 \,.\, n^2$$

für Messing

$$\gamma_n = 29{,}332 - 0{,}05168 \,.\, n + 0{,}00006132 \,.\, n^2 \qquad (C)$$

für Eisen

$$\gamma_n = 17{,}741 - 0{,}08374 \,.\, n + 0{,}00015020 \,.\, n^2$$

für Platin

$$\gamma_n = 14{,}165 - 0{,}03890 \,.\, n + 0{,}00006586 \,.\, n^2$$

Aus

Aus diesen Formeln sieht man nun, dafs die Abnahme der Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektricität bei Zunahme ihrer Temperatur bedeutend ist, und im Ganzen bei besser leitenden stärker als bei schwächer leitenden; jedoch steht diese Abnahme nicht im bestimmten Verhältnifs zur Leitungsfähigkeit, denn sonst müfsten die Coëfficienten von n und n^2 für alle Metalle dieselben werden, wenn wir die Leitungsfähigkeit eines jeden Metalles bei $0^0 = 100$ setzen; wir finden aber in diesem Falle folgende Werthe für diese Coëfficienten:

für Silber $-0{,}36568 \,.\, n + 0{,}000590 \,.\, n^2$
für Kupfer $-0{,}31368 \,.\, n + 0{,}000437 \,.\, n^2$
für Messing $-0{,}17120 \,.\, n + 0{,}000209 \,.\, n^2$
für Eisen $-0{,}47200 \,.\, n + 0{,}000847 \,.\, n^2$
für Platin $-0{,}27461 \,.\, n + 0{,}000465 \,.\, n^2$.

Wir sehen hieraus; dafs die Metalle, was das Verhältnifs ihrer Leitungsfähigkeit überhaupt zur Veränderung derselben vermittelst der Temperatur betrifft, bedeutend unter einander variiren, und dafs in diesem Punkte das Eisen die übrigen Metalle übertrifft. Da dieses Metall bei 0^0 und im Verhältnifs von 17,7 : 14,1 besser leitet als das Platin, dagegen aber bedeutend schneller bei Wachsthum der Temperatur an Leitungsfähigkeit abnimmt, so mufs es bei einer gewissen Temperatur eben so gut leitend werden als das Platin, bei höherer aber schlechter. Um die erstere Temperatur zu finden, hat man nur die Formeln für beide Metalle, wie sie in (C) gegeben sind, einander gleich zu setzen, und daraus n zu bestimmen; man erhält auf diese Weise die Gleichung:

$$0{,}00008434 \,.\, n^2 - 0{,}044837 \,.\, n = -3{,}576$$

und hieraus:

$$n = 97{,}7 \text{ und } n = 433{,}9;$$

welches also anzeigen würde, dafs das Eisen bei der Temperatur 97,7 und 433,9 eben so gut leitet als das Platin; zwischen diesen beiden Temperaturen müfste das

Platin unter 97,7 und über 433,9 aber das Eisen besser leiten. Allein da die Formeln aus Beobachtungen hergeleitet sind, die nur von 0° bis 200° gehen, so kann man auch nur für Temperaturen zwischen diesen beiden Punkten auf ihre Richtigkeit rechnen, also auch nur das für bestimmt annehmen, dafs unter 97°,7 das Eisen, über 97°,7 bis zu 200° das Platin besser leite. Dieses ersehen wir übrigens auch schon aus den Tabellen der Ablenkungen der Multiplicatornadel für beide Metalle, wo die Längen beider Drähte fast genau gleich sind, und wo die Ablenkungen beim Eisendrahte anfangs stärker, bei höheren Temperaturen aber schwächer sind als bei dem Platindraht, wenn wir sie bei beinah gleichen Temperaturen zusammenhalten. Dieses merkwürdige Verhalten des Platin- und Eisendrahts für die Leitung der Elektricität könnte wohl einen neuen Grund abgeben (aufser der Verschiedenheit in der Reinheit der Metalle), um die Differenzen zu erklären, die sich bei verschiedenen Beobachtern in der Angabe der Leitungsfähigkeit beider Metalle vorfinden.

Man sieht überhaupt, wie diese bedeutende Veränderung der Leitungsfähigkeit der Metalle mit der der Temperatur die Berechnung der Wirkungen der geschlossenen galvanischen Kette verwickelter macht, da ja der Strom selbst die Leitungsdrähte erwärmt, und diese Erwärmung wiederum den Strom schwächt. Da frühere Versuche zu beweisen scheinen, dafs die Erwärmung der metallenen Schliefsungsdrähte im umgekehrten Verhältnifs ihrer Leitungsfähigkeit stattfindet, so werden schlechter leitende Schliefsungsdrähte den Strom einer voltaschen Säule aus zwei Gründen mehr schwächen als besser leitende, erstens eben wegen ihrer schlechteren Leitungsfähigkeit, und zweitens wegen der dadurch hervorgebrachten gröfseren Erwärmung der Drähte. Dieses ist ein fünfter Grund, der Methode, welche ich zur Bestimmung der Leitungsfähigkeit der Drähte anwendete, den Vorzug

zu geben. Bei diesen nämlich schliefst der zu prüfende Draht die galvanische Kette immer eine Zeit lang hindurch, er wird also immer eine höhere Temperatur haben als die umgebende Luft, die aber nicht bestimmt werden kann, da sie von so vielen Umständen abhängt. Bei meiner magneto-elektrischen Stromerregung aber wirkt der Strom nur einen Augenblick, und es ist gleichsam nur eine elektrische Welle, die den Draht durchläuft, die Erwärmung kann also nur unbedeutend seyn, und verliert sich gewifs während der Zeit, dafs die Nadel des Multiplicators in Ruhe kömmt, und ehe die Abreifsung des Ankers mit der elektromotorischen Spirale wiederum vorgenommen wird.

Wenn wir unseren Formeln auch Gültigkeit über die höchste, von mir beobachtete, Temperatur von 200° zugestehen wollten, so würde sich aus ihnen ergeben, dafs alle Metalle ein Minimum der Leitungsfähigkeit haben, indem das dritte positive Glied der Formeln, welches n^2 enthält, zuletzt das zweite negative zu überwiegen anfängt, von wo an dann die Metalle anfangen mit erhöhter Temperatur besser zu leiten. Dieses Minimum findet sich durch Differenziren der Formeln in Hinsicht auf n und durch Gleichsetzung der Differenziale $=0$; auf diese Weise ergiebt sich

für Silber	das Min. bei	310°	und ist bei dies. Temp.	=59
- Kupfer	- - -	359	- - - - - -	=56
- Messing	- - -	421	- - - - - -	=18
- Eisen	- - -	279	- - - - - -	= 6
- Platin	- - -	295	- - - - - -	= 8

Die Gröfsen des Minimums der Leitungsfähigkeiten sind immer auf die des Kupfers bei $0° = 100$ bezogen.

Das Stattfinden eines Minimums der Leitungsfähigkeit bei einer Temperatur, die für die verschiedenen Metalle zwischen 279° und 425° variirt, steht aber mit dem im Anfang dieser Abhandlung erwähnten Versuche Davy's in offenbarem Widerspruche; denn das Glühen der

Drähte geschieht gewifs bei einer höheren Temperatur als 421°, und doch machte eine Erhitzung des Drahtes vom Roth- zum Weifsglühen den Draht nicht besser leitend. Um daher die Zulässigkeit der Formeln für höhere Temperaturen als 200° einigermafsen zu prüfen, machte ich folgenden Versuch [1]).

Ich brachte eine Spirale von unbesponnenem Kupferdrahte, welcher dieselbe Dicke, wie meine bisher gebrauchten Drähte hatte, zwischen die elektromotorische Spirale und den Multiplicator (letzterer war aber ein anderer als der bisher gebrauchte). Die zwischengebrachte Spirale war so weit aus einander gezogen, dafs sie sich nirgends mit ihren unbesponnenen Windungen berührte, und dann horizontal über eine hinlänglich grofse Spirituslampe ausgespannt. Hierauf zündete ich die Spirituslampe an, brachte die Spirale zum Glühen und liefs dieses allmälig abnehmen, indem ich die Flamme nicht mit frischem Spiritus nährte, bis sie allmälig verlosch. Ich machte auf diese Weise folgende Beobachtungen:

Die Ablenkung der Multiplicatornadel war

vor dem Glühen der Spirale (bei 14° R.)	70°	24'
bei hellem Rothglühen	45	15
bei noch stärkerem Glühen	46	30
bei schwächerem Glühen	46	00
bei noch schwächerem Glühen	44	30
bei noch schwächerem Glühen	44	30
bei kaum bemerkbarem Glühen	45	30
nach eben aufgehörtem Glühen	55	00
nach völligem Erkalten	70	18

Dieser Versuch scheint in der That für ein Minimum der Leitungsfähigkeit zu sprechen, indem der Strom bei Abnahme des Glühens, statt stärker, schwächer wurde, und erst als das Glühen eben wieder aufhörte, wieder

1) Diesen Versuch stellte ich später an, als ich die Abhandlung schrieb, aus der dieser Auszug entlehnt ist, er ist also hier hinzugefügt.

zunahm. Hiernach wäre aber Davy's Versuch, wie ich so eben gezeigt habe, nicht zu verstehen. Jedoch wage ich es nicht, auf den so eben angeführten Versuch hin, eine Autorität, wie die Davy's, zu bestreiten, besonders da bei meinem Versuche immer der mifsliche Umstand eintritt, dafs wir die Temperatur des mehr oder weniger glühenden Drahtes nicht genau messen können.

Ich hatte geglaubt, dafs sich eine Beziehung zwischen der Ausdehnung der Metalle durch die Wärme und ihrer geschwächten Leitungsfähigkeit für die Elektricität ergeben würde; allein ich konnte aus meinen Formeln keine solche auffinden.

III. *Versuche über die Fähigkeit starrer Körper zur Leitung der Elektricität; von P. S. Munck af Rosenschöld* [1]).

Die Aeufserung in meiner letzten Abhandlung, dafs man bei Anfang einer Untersuchung nicht leicht bestimmen könne, wie weit und auf welche Gegenstände man geführt werde, gilt noch mehr von dieser. Es war ein Zufall, welcher mich auf die erste Entdeckung leitete, und während ich mich mit dieser beschäftigte, traten immer neue Erfahrungen hinzu, welche jede für sich weiter verfolgt werden mufsten. Ich war daher unschlüssig, ob nicht diese Untersuchung in mehrere Abhandlungen zu theilen sey; als ich aber erwog, dafs die Versuche in so genauem Zusammenhange stehen, dafs sie kaum getrennt werden dürfen, und alle aufserdem die Leitungsfähigkeit fester Körper angeben, hielt ich es für besser, die bei

1) Es ist die dritte aus der Reihe von Abhandlungen, von denen die erste und zweite bereits in diesen Annal. Bd. XXXI S. 433 und Bd. XXXII S. 362 mitgetheilt worden. Die vierte und letzte wird baldigst folgen. *P.*

dem Experimentiren befolgte Ordnung nicht zu stören, und alle unter einer gemeinschaftlichen Rubrik zusammenzufassen.

1) Als ich vorigen Winter damit beschäftigt war, meinen elektrischen Apparat in Ordnung zu stellen, erkannte ich den Mangel eines schwarzen Farbematerials, welches, den Lackfirnissen beigemischt, ihrer isolirenden Eigenschaft nicht schade. Es fiel mir daher ein zu versuchen, ob nicht die schwarze Verbindung des Quecksilbers mit Schwefel eine eben so gute schwarze Farbe gebe, als Zinnober eine rothe. Wie bekannt, ist Zinnober ein guter Nichtleiter, und ich zweifelte daher nicht, daſs das schwarze Sulphuret sich auf gleiche Weise verhalten werde, besonders da beide Sulphurete, Quecksilber und Schwefel in demselben Verhältniſs enthalten, und also für ganz gleichartige Körper gelten können. Ich holte also eine Quantität desselben von hiesiger Apotheke, aber die Farbe war nicht rein schwarz, und als ich das Pulver auf den Deckel eines elektrischen Goldblattelektrometers legte, fielen die Blätter sogleich zusammen, wenn jenes mit einem Leiter berührt wurde, während der Zinnober, auf ähnliche Weise behandelt, sich vollkommen nichtleitend zeigte. Ich erstaunte hierüber, vermuthete aber, daſs entweder Feuchtigkeit oder fremde Beimischung hieran Schuld wäre. Das erste war aber ganz ungegründet, denn nach völliger Austrocknung zeigte sich das Pulver eben so gut leitend, und durch Erhitzung auf Kohle fand ich, daſs es viel überschüssigen Schwefel hielt, sonst aber ganz verflog. Also war es kaum möglich hier eine fremde leitende Substanz zu vermuthen, wenn nicht Quecksilber selbst frei wäre, was jedoch wegen des überschüssigen Schwefels nicht wahrscheinlich war. Ich konnte auch nicht bemerken, daſs, eine goldene Nadel mit dem Pulver gerieben, merklich amalgamirt wurde.

2) Nachdem ich mich ziemlich überzeugt hatte, daſs das schwarze Schwefelquecksilber (Aethiops) wirklich ein

Leiter der Elektricität ist, wollte ich gern wissen, wie grofs dessen Leitungsfähigkeit sey. Ich versuchte daher durch dasselbe einen Entladungsschlag auf die Weise zu leiten, dafs ich zwei Münzen einen Zoll weit von einander auf das Pulver legte, und die eine mit der äufseren Belegung der Flasche verband, während die andere mit dem Finger berührt wurde. Der Schlag war sehr fühlbar als ich die Kugel der Flasche mit einem Metallstück, welches ich in der anderen Hand hielt, berührte, obgleich die Ladung sehr schwach war. Der Vergleichung wegen untersuchte ich auf dieselbe Weise zwei Sorten Mangansuperoxyd in Pulverform. Ich fand ihre Leitungsfähigkeit verschieden, doch leiteten sie beide ziemlich schlechter als das Schwefelquecksilber.

3) Da nun schon das erwähnte Pulver, welches viel überschüssigen Schwefel enthielt, eine so starke Leitungsfähigkeit besafs, stand zu vermuthen, dafs es noch stärker leiten würde, wenn man diesen entfernte. Diefs versuchte ich, indem ich das Pulver eine Zeit lang einer Temperatur aussetzte, in welcher der Schwefel, nicht aber das Schwefelquecksilber, verflüchtigt wurde. Ich erhielt dadurch einen zusammengeschmolzenen Kuchen, welcher jedoch nicht frei von überschüssigem Schwefel war. Dieser leitete zwar den Schlag, aber weniger als ich vermuthet hatte, und schien sogar dem ungepülverten Braunstein nachzustehen. Ich pulverisirte einen Theil von ersterem, und fand nun dessen Leitungsfähigkeit so sehr geschwächt, dafs das Pulver den Schlag gar nicht leitete. Wie aber ist diefs zu erklären, da gewifs eine grofse Menge des nichtleitenden Schwefels durch die Hitze ausgetrieben war?

4) Um diese Eigenheiten des schwarzen Schwefelquecksilbers erklären zu können und zugleich diesen Körper ganz rein zu erhalten, fand ich es nothwendig, die Bereitung selbst zu unternehmen. Zuerst nahm ich, nach unserer Pharmacopoe, gleiche Theile Schwefel und Queck-

silber, erhizte sie über gelindem Feuer in einem eisernen Löffel eine halbe Stunde bis zur Schmelzung des ersteren und rührte sie wohl zusammen. Nach dieser Zeit wurde das Gemenge auf eine Marmorplatte ausgegossen, es bildete nun einen Kuchen, welcher jedoch so viel Schwefel in Ueberschufs enthielt, dafs er auf der Oberfläche fast gelb war. Dieses Ueberschusses ungeachtet leitete er dennoch schwache Schläge ziemlich gut, doch weniger als ein Stück Braunstein. — Am Boden des Löffels blieb eine dickere Masse zurück, welche schwärzer von Farbe war und Schläge weit besser leitete.

5) Ich bereitete auf's Neue schwarzes Sulphuret, aber nur mit halb so viel Schwefel als Quecksilber. Die Masse war jetzt weit schwerflüssiger und nur ein Theil davon konnte ausgegossen werden, dieser bildete eine schwarze, etwas krystallinische Masse. Der Rückstand wurde stärker erhitzt, und dadurch immer dicker, fafste zuletzt Feuer, und brannte mit starker, in's Rothe spielender Flamme. Als diese erlöscht war, blieb eine sehr lockere, schwarzgraue, auf der Oberfläche weifsliche Masse zurück. Dafs diese keinen überschüssigen Schwefel enthalten konnte, ist von selbst klar, und durch Reibung mit der Goldnadel fand ich, dafs kein Quecksilber frei war; ob man sie aber als reinen Aethiops ansehen könne, wird sich in der Folge ergeben.

6) Da die Methoden, die Leitungsfähigkeit der Körper zu bestimmen, besonders bei nichtmetallischen, sehr unvollkommen sind, war ich, ehe ich weiter ging, darauf bedacht, sie zu verbessern. Die Instrumente, die ich gebrauchte, waren folgende:

a) Eine grofse Ladungsflasche von etwas dickem Glase, aus- und inwendig mit Stanniol belegt. Die belegte Oberfläche betrug 184 Quadratzoll.

b) Ein mit vielem Fleifs verfertigtes voltasches Elektrometer. Statt einer Flasche habe ich einen Kasten von vier viereckigen Glasscheiben zusammengesetzt. Der Dek-

kel, welcher von Ebenholz gemacht ist, hat in der Mitte ein Loch, in welches eine Glasröhre eingekittet ist, und durch diese geht ein dicker Eisendraht, der unten mit den Strohhälmchen in Verbindung steht und oben mit Schraubgängen versehen ist. Nach Gefallen kann hier entweder eine messingene Kugel oder eine Condensatorplatte aufgeschraubt werden. Sowohl die Glasröhre, als die Wände des Kastens, bis auf einen Zoll vom Dekkel, sind mit geschmolzener rother Lackcomposition überzogen. Die Skale ist auf der Rückseite des Kastens befestigt [1]).

c) Ein auf ganz ähnliche Weise eingerichtetes zweites Elektrometer, welches dieselbe Intensität mit fünf Mal kleinerem Bogen, und also mit fünf Mal kleinerer Gradzahl angiebt. Um diesen Zweck zu erreichen habe ich die Länge des Pendels nicht geändert, und nur die Strohhälmchen mit dem Messingdrahte No. 6 durchstochen. Die Uebereinstimmung beider Instrumente ist, die ganze Skale hindurch, fast so genau, als man es nur fordern kann.

d) Das vorher erwähnte Quadranten-Elektrometer. Dieses stimmt nicht genau mit den vorigen Instrumenten überein, doch habe ich gefunden, dafs 20° des zweiten voltaschen Elektrometers ungefähr 4° des Quadranten-Elektrometers entsprechen.

7) Zuerst versuchte ich, wie weit man mit der so rohen Methode kommen könne, der gemäfs man Schläge von gewisser Stärke durch seinen Körper gehen läfst, und die Leitungsfähigkeit nach den stärkeren oder schwächeren Empfindungen, welche die Entladung in den Armen verursacht, zu bestimmen sucht. Ich fand, dafs man auf solche Weise die verschiedene Leitungsfähigkeit zweier

1) Ich mufs gestehen, dafs ich nicht weifs, ob die Graduirung auf der vorderen oder hinteren Wand befestigt werden müsse. Dafs diefs, besonders bei höheren Graden, nicht gleichgültig sey, sieht man leicht ein.

Körper nur vergleichungsweise einigermaßen schätzen könne, sonst aber von deren Gröſse keine Idee bekomme.

8) Darauf erdachte ich eine Methode, welche ich in der Folge gebraucht habe, und, so viel ich weiſs, noch von Niemand in Vorschlag gebracht ist. Ich bringe den Körper, dessen Leitungsfähigkeit ich untersuchen will, mit der äuſseren Belegung der Flasche und, auf der andern Seite, mit einem Stück Metall in Verbindung, dann lege ich einen Finger auf das Metall und verändere entweder die Intensität der Ladung oder die Länge des im Schlagkreise befindlichen Theils des Körpers, bis der Schlag gerade in dem Finger gefühlt wird. Diese Methode ist an und für sich von vieler Genauigkeit, denn man kann mit ziemlicher Sicherheit bestimmen, wann der elektrische Strom auf das Gefühl zu wirken anfängt; bei der Ausführung stieſs ich aber auf Schwierigkeiten anderer Art, wie wir in der Folge sehen werden.

9) Ehe ich die Versuche zu unternehmen anfing, suchte ich zu bestimmen, bei welcher Intensität der Schlag einer Flasche fühlbar werde. Ich benäſste daher, mit bloſsem Wasser, den Zeigefinger der linken Hand und drei Finger der rechten, legte dann jenen auf die äuſsere Belegung, und berührte mit einem Schlüssel, den ich in der anderen Hand mit den nassen Fingern hielt, die Kugel der Flasche. Auf diese Weise fand ich, daſs der Schlag in dem Zeigefinger der linken Hand bis auf eine Ladung der Flasche von 3°, bisweilen 2° des ersten oder empfindlicheren voltaschen Elektrometers gefühlt werde [1]).

1) Es ist hier nothwendig, daſs der Leiter der Flasche durch einen Draht, und nicht durch eine Kette mit der inneren Belegung in Verbindung stehe. — Volta behauptet (Gilb. Annalen der Physik, Bd. XII S. 500), daſs er den Schlag einer Flasche von nur 1 Quadratfuſs Belegung mit nassen Fingern bis auf 2° oder 1° seines Elektrometers fühlte. Hier war aber die eine Hand ganz in Wasser getaucht, vielleicht war das Glas auch dünner.

10) Zuerst stellte ich einige Versuche mit festen, und nicht gepülverten Körpern an. Ich legte sie auf eine Glasscheibe zwischen zwei kleine Kupferplatten, welche den Körper genau berührten, und verband die eine mit der äufseren Belegung. Mit dem Zeigefinger der linken Hand, welcher immer bei diesen Versuchen befeuchtet werden mufs, berührte ich die andere Kupferplatte, während ich mit einem Schlüssel oder einem anderen abgerundeten Metallstück, das ich mit den nassen Fingern der rechten Hand hielt, die Flasche entladete. Auf diese Weise fand ich, dafs ein Stück von der zuerst bereiteten, im Löffel rückständigen Masse, 9‴ lang, den Schlag bei 8° des ersten Elektrometers leitete, und ein Stück von der in der Apotheke bereiteten und nachher geschmolzenen Masse, gleich lang, bei 5°. Ein Stück Mangansuperoxyd, fast einen Zoll lang, und ein Stück von der in 5 verbrannten Masse, nur $\frac{1}{2}$″ lang, leiteten so stark, dafs der Schlag schon bei 3° merkbar war.

Obgleich diese Versuche deutlich einen Unterschied in der Leitungsfähigkeit dieser Körper andeuten, ist doch diese Methode bei zusammenhängenden Körpern nicht sehr anwendbar, *erstens* weil ihre Leitungsfähigkeit oft so grofs ist, dafs sie schon die kleinsten Schläge, welche auf das Gefühl wirken, leiten; *zweitens* weil es schwer, wenn nicht unmöglich ist, von den verschiedenen Körpern Stücke zu erhalten, welche immer dieselbe Form und Gröfse haben.

11) Da nun das obige Verfahren nicht gut zum Ziele führte, versuchte ich die Leitungsfähigkeit der Körper in unzusammenhängender Form als Pulver zu untersuchen. Auf diese Weise hat man zwei Vortheile. *Erstens*, dafs die Leitungsfähigkeit wegen Verminderung der Berührungspunkte sehr geschwächt wird. *Zweitens*, dafs man der gepülverten Masse jede beliebige Form geben kann. Zuerst wurden die Körper in einem Mörser fein gerieben, nachher gut getrocknet, um die Feuchtigkeit auszutrei-

ben, und dann in ein Glasrohr gelegt. Das eine Ende des Rohrs war zuvor mit Bleifolie umwickelt und verschlossen, und durch das andere wurde ein Eisendraht in das Pulver eingeführt. Wenn alles so weit fertig war, brachte ich den Eisendraht mit der äufseren Belegung der Flasche in Berührung, und legte unter die Bleifolie eine Kupferplatte, welche ich mit der Spitze des Fingers wie gewöhnlich berührte. Um die Leitungsfähigkeit verschiedener Körper vergleichungsweise zu bestimmen, hat man hier eine doppelte Wahl. Entweder kann man, bei gleicher Länge des im Schlagkreise befindlichen Theils des Pulvers, die Intensität der Ladung so lange verändern, bis man den Punkt getroffen hat, bei welchem der Schlag gerade gefühlt wird; oder man kann bei einer festgestellten Intensität nur die Entfernung des eisernen Drahts von der Bleifolie verändern. Im ersten Falle steht die Leitungsfähigkeit im umgekehrten Verhältnifs der Intensitäten, und im letzteren im geraden Verhältnifs der Längen, welche sich im Schlagkreise befinden; ob aber diefs so streng mathematisch richtig sey, dafs man annehmen könne, die Leitungsfähigkeit werde gefunden, wenn man die Länge mit der Intensität dividire, will ich nicht behaupten. Das letztere Verfahren scheint mir den Vorzug zu besitzen, und ich habe mich dessen bei folgenden Untersuchungen bedient. Nur wenn die Menge des Pulvers nicht hinreichte, verminderte ich die Intensität der Ladung.

Auf diese Weise läfst sich die Leitungsfähigkeit mehrer Körper weit genauer bestimmen, als bei den vorher gebrauchten Methoden, doch stöfst man auch hier auf Schwierigkeiten, besonders weil es schwer hält, den pulverisirten Körpern dieselbe Packung zu geben. Den vielleicht etwas ungleichen Grad von Pülverung habe ich von weniger Einflufs gefunden. Eine Schwierigkeit ganz anderer Art, welche die Bestimmung der Leitungsfähigkeit

gewisser Körper fast unmöglich macht, wird an seinem Orte erwähnt werden.

12) Da ich die zweite der vorhin angegebenen Methoden wählte, war es nöthig, eine gewisse Intensität, bei welcher die Entfernungen des Drahtes von der Bleifolie bestimmt werden sollten, festzusetzen, und nach einigen vorhergegangenen Versuchen wählte ich 25° des ersten oder empfindlicheren voltaschen Elektrometers. Der innere Durchmesser der hierzu gebrauchten Glasröhren betrug ungefähr $1'''\frac{1}{2}$, und die Dicke des Eisendrahts $\frac{3}{5}'''$. Uebung lehrte mich bald durch gelindes Rütteln der Glasröhre ungefähr dieselbe Packung zu treffen. Vorsichtsregeln bei den Versuchen sind übrigens: Dafs die metallische Berührung überall genau sey, dafs das Pulver dicht an der Bleifolie und dem Eisendrahte liege, dafs keine Spalten in dem Pulver entstanden, und endlich die Finger etwas nafs seyen.

13) Nachdem nun die Flasche jedesmal auf 25° des ersten voltaschen Elektrometers geladen war, erhielt ich durch allmälige Verschiebung des Eisendrahts in dem Glasrohre (immer der Bleifolie näher, aber nicht umgekehrt) folgende Längen:

Holzkohlen,	in offenem Feuer wohl ausgebrannt	$4''\frac{1}{2}$
- -	in verschlossenem Tiegel wohl ausgeglüht	21″
Braunstein,	die erste in 10 erwähnte Sorte	$1''\ 4'''\frac{3}{4}$
- -	die zweite Sorte	$5'''\frac{1}{4}$
Die in 3	geschmolzene und wieder gepülverte Masse	5‴

14) Schon hieraus ersieht man, wie verschieden die Leitungsfähigkeit zweier Körper seyn könne, bei welchen man vorher fast keinen Unterschied gekannt hatte. Dafs in verschlossenen Gefäfsen ausgeglühte Kohlen besser leiten als gemeine, ist eine bei galvanischen Versuchen bekannte Sache, dafs aber Holzkohlen und Braunstein einen so verschiedenen Leitungsgrad besitzen, vermuthete

man nicht. Ich wollte gern das aus der Apotheke geholte und nicht wieder geschmelzte Pulver, so wie die in 5 gebrannte Masse mit in die Tafel aufnehmen, aber die Mengen waren nicht zureichend. Was von ersterem übrig geblieben, füllte das Rohr nur auf 12″, und bei dieser Länge war der Schlag schon bei 15° fühlbar. Die ausgebrannte Masse füllte das Rohr nur auf 7″, und der Schlag wurde noch deutlich, wenn die Intensität der Ladung bis auf 5° vermindert war. Obgleich man die Leitungsfähigkeit dieser beiden Körper mit der Tabelle nicht genau vergleichen kann, ist doch klar, dafs sie grofs seyn mufs. Der erste mufs ungefähr so viel als ausgeglühte Holzkohlen leiten, und der zweite noch mehr, denn wenn man die Längen, welche 25° entsprechen, nach der Voraussetzung, dafs sie sich wie die Intensitäten verhalten, berechnet, erhält man im ersten Falle 20″ und im zweiten 35″. Das schwarze Schwefelquecksilber leitet also, als nichtmetallischer Körper betrachtet, sehr stark, und diefs ist desto auffallender, weil das rothe Sulphuret so völlig nichtleitend ist, dafs es den Schlag nicht einmal bei weniger als $\frac{1}{4}'''$ durchläfst. Der Unterschied ist also aufserordentlich grofs, und beide Körper, welche in chemischer Hinsicht identisch, sind also in ihrem elektrischen Verhalten wirkliche Gegensätze. Hieraus scheint zu folgen, dafs die Leitungsfähigkeit der Körper mehr von der inneren Structur der kleinsten Theile, als von ihrer chemischen Natur abhängt. Dafs das schwarze Schwefelquecksilber gleich anderen Schwefelmetallen ein starker negativer Elektricitätserreger sey, soll in der letzten Abhandlung gezeigt werden.

15) Man sieht, dafs das schwarze Schwefelquecksilber, je nach seiner Behandlung, sehr sonderbare Verschiedenheiten in Leitungsfähigkeit besitzt, welche nicht von dem gröfseren oder geringerem Gehalt an freiem Schwefel erklärt werden können. Am stärksten leitet die ausgebrannte Masse, obgleich die nicht ganz schwarze

Farbe vermuthen läfst, dafs sie nicht völlig rein sey. Um zu sehen, ob ich nicht auf andere Weise glücklicher seyn dürfte, setzte ich die Bereitung fort.

16) Ein Theil Schwefel wurde geschmolzen und nachher 4 Th. Quecksilber in kleinen Quantitäten hinzugesetzt. Die Masse wurde immer dicker und erstarrte, ehe noch die letzten Theile Quecksilber beigemischt waren. Die Hitze wurde verstärkt, wobei die Masse zuletzt Feuer fafste, und ohne zu schmelzen brannte. Der Rückstand war körnig, an Farbe ungleich, und amalgamirte Gold stark. Die Leitungsfähigkeit war so grofs, dafs bei 8" Länge der Schlag noch bei 3° des ersten Elektrometers fühlbar war.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, dafs man Schwefelquecksilber nicht rein erhalten kann, wenn Schwefel und Quecksilber in dem Verhältnisse, bei welchem sie sich chemisch vereinigen, zusammenschmilzt; denn die Masse erstarrt ehe noch die letzten Portionen Quecksilber hinzukommen. Man ist also genöthigt Schwefel in Ueberschufs zu nehmen, und diesen nachher wegzuschaffen.

17) Zuerst versuchte ich den Schwefel in einer Glasretorte abzudestilliren. Diefs gelang aber nicht, denn der Schwefel flofs wieder herunter, und nachdem die Masse ausgenommen worden, nahm ich rothe Nadeln in deren oberem Theile gewahr; ein Beweis, dafs sich Zinnober sublimirt hatte. Die Masse, welche nicht Gold amalgamirte, wurde nachher angezündet. Sie brannte lange und heftig, und es blieb eine grünliche Masse zurück.

18) Quecksilber und Schwefel in dem Verhältnisse wie $2\frac{1}{2}:1$ wurden zusammengeschmolzen. Um zu sehen, ob es nicht möglich wäre, den Schwefel nach und nach abzudampfen, wurde die Masse längere Zeit in höherer Teperatur gehalten. Sie wurde immer dicker, aber der Schwefel bei weitem nicht verflüchtigt. Das Pulver amalgamirte nicht Gold.

19) Die ausgebrannte Masse in 17 wurde zerstofsen: das Pulver erhielt eine deutlich in's Rothe spielende Farbe. Die Leitungsfähigkeit war nur ungefähr 3", also im Vergleich mit den anderen ausgebrannten Massen sehr klein.

20) Ein Theil der in 18 bereiteten Masse wurde gepülvert. Sie war härter als gewöhnlich, und die Leitungsfähigkeit betrug ungefähr 3". Nachher wurde die ganze Masse in zwei Portionen ausgebrannt, erst das eben erwähnte Pulver und dann die übrige Masse. Letztere wurde viel längere Zeit der Hitze ausgesetzt. Der erste Rückstand war ziemlich schwarz, aber die Leitungsfähigkeit nur 19'''. Die zweite rückständige Masse zeigte deutliche Spuren von gebildetem Zinnober und hatte eine röthliche Farbe. Deren Leitungsfähigkeit fand ich noch geringer, nur 6''' bis 8'''. Hieraus erhellt, dafs ein und dieselbe Masse, auf ungleiche Weise ausgebrannt, sich ungleich verhält. Anstatt besser zu leiten, wurde die Leitungsfähigkeit dieser Masse ziemlich geschwächt, welches ohne Zweifel, wenigstens zum Theil, seinen Grund darin hatte, dafs eine Quantität von dem nichtleitenden rothen Sulphuret gebildet worden. Bei wiederholten Versuchen zeigten auch diese Pulver Anomalien, welche auf eine Mischung von leitenden und nichleitenden Theilen hinzudeuten scheinen. Ich glaube daher, dafs man durch Verbrennung des Schwefels das schwarze Schwefelquecksilber nicht rein erhalten kann, weil immer rother Zinnober in gröfserer oder kleinerer Menge gebildet wird.

21) Um zu sehen wie viel die Leitungsfähigkeit eines leitenden Pulvers abnehme, wenn eine gewisse Quantität eines nichtleitenden Körpers hinzukomme, versetzte ich die schwarze Masse in 1 mit $\frac{1}{10}$ Zinnober. Die schwarze Farbe spielte dann in's Rothe oder Violette, und das Gemenge glich fast vollkommen der gefärbten Masse in 19. Ihre Leitungsfähigkeit hatte so sehr abgenommen, dafs sie nur ungefähr 10''' betrug. Also kann

eine

eine geringe Quantität Zinnober die Leitungsfähigkeit des schwarzen Schwefelquecksilbers bedeutend vermindern.

22) Da es auf trockenem Wege nicht gelingen wollte, das schwarze Schwefelquecksilber rein zu erhalten, indem sich leicht Zinnober bildet, versuchte ich auf nassem Wege den überschüssigen Schwefel abzuscheiden. Zuerst wurden $3\frac{1}{2}$ Loth sublimirter Schwefel mit $5\frac{1}{4}$ Loth reinem Quecksilber wie gewöhnlich zusammengeschmolzen. Ungefähr die Hälfte der ganzen Masse wurde fein gepulvert. Das Pulver, welches eine schwarzgraue Farbe hatte und Gold amalgamirte, wurde in einem Glaskolben mit einer mäfsig starken Lösung von ätzendem Kali übergossen, welche letztere durch eine Spirituslampe bis zum Kochen erhitzt wurde. Sie färbte sich immer mehr, und zuletzt wurde das Flüssige, nachdem das Pulver zu Boden gesunken war, abgegossen und neue Lösung zugesetzt. Weil der Schwefelgehalt sehr bedeutend war, mufste ich das Kochen 7 bis 8 Mal mit neuer Lösung wiederholen, ehe er ganz aufgelöst wurde. Das letzte Mal wurde Wasser nach und nach der Lösung zugesetzt, um die Fällung zu verhindern und das Pulver rein auswaschen zu können. Während des Kochens bemerkte ich zuletzt, dafs die Farbe des Pulvers, statt rein schwarz zu seyn, merklich sich zu röthen anfing, und nach dem Waschen und Austrocknen war sie braunroth. Als ich es auf den Deckel des Elektrometers legte, fand ich, dafs es fast gar nicht leitet, aber diefs findet auch mit den röthlichen Pulvern in 17 und 20 statt, obgleich sie den Schlag ein wenig leiten. Die Ursache werden wir bald einsehen.

23) Obige Versuche, das schwarze Schwefelquecksilber von überschüssigem Schwefel zu reinigen, mifslangen also, weil jenes zum Theil während der langwierigen Operation in Zinnober verwandelt wurde. Ich versuchte daher, nur eine sehr kleine Quantität des schwar-

stattfinden konnte, besonders da Ladungen von so geringer Intensität angewandt wurden.

29) Um der richtigen Erklärung etwas näher zu kommen, versuchte ich, ob auch mäfsige Schläge auf die Leitungsfähigkeit nicht gepülverter und also stark zusammenhängender Körper einwirken könnten. In dieser Absicht wurde die in 3 geschmolzene Masse mit $\frac{1}{3}$ sublimirten Schwefel zusammengeschmolzen und in kleine Papierformen eingegossen. Nach dem Ersteren wurde das Papier weggenommen, und zwei Eisendrähte in die Enden des einen Stükkes festgeschmolzen. Dieses war $2''\frac{1}{4}$ lang, ungefähr $2'''\frac{1}{2}$ breit und etwas weniger dick. Ich versuchte darauf Schläge von 5°, 10°, 15° des zweiten Elektrometers durch das Stück zu leiten, aber ohne Empfindung. Erst bei 20° bemerkte ich einen sehr schwachen Stofs, welcher bei 25° etwas deutlicher war. Jetzt entfernte ich das Elektrometer und ladete die Flasche bis auf 10° des Quadranten-Elektrometers. Der Stofs bei der Entladung wurde stark gefühlt und drang daher gut durch das Stück. Nachher verband ich wieder das vorige Elektrometer mit der Flasche, und wider Vermuthen wurden die Schläge bis auf 5°, sogar 3° gefühlt. Bei einer Ladung von 20° erhielt ich einen starken Stofs. Also verhält sich eine geschmolzene und zusammenhängende Masse vollkommen wie das Pulver, nur mit dem Unterschiede, dafs der Schlag, um die genannte Wirkung hervorbringen zu können, etwas stärker seyn mufs. Die obige in 28 gegebene Erklärung scheint hier nicht so leicht anwendbar zu seyn, weil es schwer ist zu glauben, dafs ein so mäfsiger Schlag, wie 10° des Quadranten-Elektrometers, eine Verrückung der zusammengeschmolzenen leitenden und nichtleitenden Theile bewirken sollte. Diesen Versuch wiederholte ich sehr oft mit verschiedenen Stücken und stets mit demselben Erfolge. Wenn ein Schlag von 20° des Quadranten-Elektrometers angewandt, wurde der Stofs schon bei 30° des ersten Elektrometers gefühlt, während er zuvor

[redacted]

kaum bei 25° des zweiten Elektrometers merkbar war, und also die Leitungsfähigkeit um etwa 40 Mal erhöht. Die einmal erhöhte Leitungsfähigkeit scheint wenig mit der Zeit vermindert zu werden. Wurden die eisernen Drähte, nachdem der Schlag durch das Stück geleitet war, losgemacht und wieder an anderen Stellen festgeschmolzen, war die Leitungsfähigkeit dadurch etwas vermindert.

30) Jetzt verlassen wir diesen Gegenstand auf einige Zeit und kehren zur Bereitung des schwarzen Schwefelquecksilbers zurück. Nachdem ich überzeugt war, wie schwer es sey diesen Körper durch bloſses Zusammenschmelzen oder auf naſsem Wege rein zu erhalten [1]), versuchte ich durch bloſses Zusammenreiben den Schwefel mit dem Quecksilber zu vereinigen, welches besser gelang als ich vermuthete. Da ich zweifelte, ob es möglich sey, die beiden Körper in dem Verhältniſs, in welchem sie sich chemisch vereinigen, vollkommen zusammenzureiben, war meine Absicht, das Quecksilber in Ueberschuſs zu nehmen und dieses nachher mit Salpetersäure auszuziehen. Ich wog also 1 Theil sublimirten Schwefel und 8 Theile Quecksilber ab, welche in einem Mörser wohl zusammengerieben wurden. Die Masse wurde immer dunkler, während das Quecksilber nach und nach verschwand. Nachdem die Reibung drei Stunden gedauert hatte, waren keine Quecksilberperlen sichtbar und die Masse kohlschwarz; nach $4\frac{1}{2}$ Stunden aber war aller Schwefel so vollkommen mit dem Quecksilber vereinigt, daſs eine kleine ausgenommene Probe, mit Kaliauflösung gekocht, dieselbe nicht färbte. Hiernach wurde die ganze Masse mit verdünnter reiner Salpetersäure digerirt. Wegen der sehr feinen Vertheilung wurde das überschüssige Quecksilber sehr bald und mit lebhafter Gasentwicklung aufge-

1) Ich habe nicht versucht, schwarzes Schwefelquecksilber auf die Weise rein zu erhalten, daſs eine Lösung von Quecksilberchlorid mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird.

löst, aber beim Auswaschen wurde alles verdorben, denn ich konnte auf keine Weise verhindern, daſs ein Niederschlag von basischem Salze, bei Zusatz des Wassers, in reichlicher Menge geschah. Nach dem Austrocknen hatte auch das Pulver, welches nicht ganz schwarz war, an Leitungsfähigkeit sehr abgenommen.

31) Schwefel und Quecksilber wurden in dem Verhältniſs wie 1 : 3 zusammengerieben. Ich fand, daſs es schwerer war das Quecksilber so vollkommen einzureiben, als im vorigen Falle den Schwefel. Erst nach einer Reibung von 5 Stunden wurde eine goldene Nadel, mit dem Pulver gerieben, nicht merklich amalgamirt. Die Masse war kohlenschwarz, obgleich sie Schwefel in groſsem Ueberschuſs enthalten muſste.

32) Die in 31 geriebene Masse wurde in eine lange Glasröhre von gewöhnlichem Durchmesser eingepackt, und die Leitungsfähigkeit mit der Vorsicht untersucht, daſs nicht stärkere Schläge, als nothwendig waren, angewandt wurden. Bei 31″$\frac{1}{3}$, der gröſsten Entfernung, welche die Menge des Pulvers erlaubte, wurde der Stoſs schon bei 7° des ersten Elektrometers merklich, und nach einer kurzen Zeit, ohne daſs ich die Ursache angeben kann, bei 4° bis 5° desselben Elektrometers. Dieses Pulver, obgleich es viel freien Schwefel enthielt, leitete also die Elektricität auſserordentlich stark, und könnte das schwarze Schwefelquecksilber ganz rein in zusammenhängender Form erhalten werden, so zweifle ich nicht, daſs dieser Körper sogar den Metallen an Leitungsfähigkeit nicht viel nachstehen dürfte.

33) Ich nahm mir das dritte Mal vor, Schwefel und Quecksilber durch Reibung zu vereinigen, und zwar in dem Verhältniſs wie 1 : 5. Erst nachdem die Reibung 8½ Stunden fortgesetzt wurde, überzeugte ich mich, daſs kein Quecksilber frei war. Dann wurde die Masse in das bei 32 erwähnte Rohr gefüllt; da ich sie aber etwas klebrig fand (welches aber nicht von Feuchtigkeit her-

rührte), war es schwer die Packung gleichförmig zu erhalten; auch bemerkte ich hier und da einige kleine Ritzen. Bei der gröfsten Länge, welche das Rohr erlaubte, 37″ $\frac{1}{2}$, wurde doch der Schlag bei 9° des ersten Elektrometers gefühlt. Nachher wurden Schläge von 25° des zweiten Elektrometers und 40° des Quadranten-Elektrometers durch die Röhre geleitet, aber die Leitungsfähigkeit des Pulvers wurde gar nicht erhöht; nachdem aber das Rohr unangerührt die Nacht über gelegen hatte, bemerkte ich, dafs Schläge von 4° durchdrangen. Nachher wurde das Rohr ein wenig gerüttelt, wodurch die Masse 2″ kürzer wurde. Obgleich jetzt keine Ritzen sichtbar waren, hatte doch die Leitungsfähigkeit bis auf 8° abgenommen, aber nach kurzer Zeit war der Schlag von 5° wieder merkbar.

34) Um die Leitungsfähigkeit des schwarzen Schwefelquecksilbers mit der der Metalle zu vergleichen, fand ich, dafs es nothwendig sey, letztere in Pulverform zu untersuchen, und auf diese Weise wurde ich auf eine Reihe interessanter Versuche geleitet, von denen ich nur die hauptsächlichsten anführen will.

35) Eine gläserne Röhre, von gewöhnlichem Durchmesser, wurde mit frisch gekörntem Zinn bis auf eine Länge von 22″ gefüllt, und der Eisendraht in dieses nur $\frac{1}{2}$″ hineingesteckt. Das Pulver war ziemlich fein, aber etwas dunkel von Farbe. Mit Verwunderung sah ich, dafs das Zinn nicht einmal Schläge von 25° des zweiten Elektrometers leitete. Ich ladete dann die Flasche bis auf 30° des Quadranten-Elektrometers und leitete den Schlag durch das Pulver. Aus der Farbe und dem Geräusch der Funken schlofs ich, dafs auch dieser Schlag nur sehr unvollkommen durchdrang, und dennoch hatte das Pulver so sehr an Leitungsfähigkeit gewonnen, dafs es sogar Schläge von 3° des ersten Elektrometers sehr deutlich leitete. Das gekörnte Zinn wurde nachher aus der Röhre genommen, aber sogleich in dieselbe wieder eingeschüttet. Jetzt leitete es, wie anfangs, nicht

einmal Schläge von 25° des zweiten Elektrometers; nachdem aber ein Schlag von 35° des Quadranten-Elektrometers hindurch geleitet war, wurde der Stofs bei 3° des ersten Elektrometers wieder fühlbar. Um zu sehen, ob der elektrische Strom besser in der einen, als in der anderen Richtung durch das Metallpulver dringe, kehrte ich das Rohr um und leitete kleine Schläge hindurch; der Erfolg war aber derselbe. Dann wurde das Rohr ein wenig gerüttelt. Obgleich die Masse näher zusammenfiel, wurde doch die Leitungsfähigkeit um Vieles vermindert, und der Schlag von 10° des zweiten Elektrometers konnte nicht durchdringen, bei 15° aber erhielt ich einen starken Stofs, und nachher wurden Schläge von 3° des ersten Elektrometers wie zuvor merkbar.

36) In eine Glasröhre wurde so viel von Kienmayer's Amalgam eingeschüttet, dafs die Entfernung der Drahtspitzen von der Bleifolie 10‴ betrug. Das Amalgam war sehr rein, mit vieler Sorgfalt bereitet und in einer Flasche eine Zeit lang wohl verwahrt. Ein kleines Stück, welches nicht gepülvert war, hatte völlig seinen metallischen Glanz beibehalten. Obgleich das Pulver nicht lockerer als gewöhnlich in dem Rohr lag, waren doch Schläge nicht eher als bei 12° bis 13° des ersten Elektrometers fühlbar. Ich leitete dann einige Schläge von 20° bis 25° des zweiten Elektrometers durch das Pulver, aber statt zuzunehmen wurde die Leitungsfähigkeit auf 20° des ersten Elektrometers vermindert. Hierauf ladete ich die Flasche auf 35° des Quadranten-Elektrometers und entladete sie durch das Amalgam. Jetzt hatte die Leitungsfähigkeit so abgenommen, dafs nicht einmal Schläge von 25° des zweiten Elektrometers durchdrangen. Also haben wir hier ein Beispiel von einem metallischen Pulver, dessen Leitungsfähigkeit durch Einwirkung stärkerer Schläge eben so bestimmt vermindert als die des Zinnes vermehrt wird.

37) Das Amalgam wurde herausgenommen, aber so-

gleich in dasselbe Rohr gethan, jedoch fester zusammengepackt. Jetzt waren die Schläge bis auf 3° des ersten Elektrometers merkbar. Ich leitete dann einige Schläge von 35° des Quadranten-Elektrometers durch das Rohr. Die Leitungsfähigkeit wurde dadurch so sehr vermindert, dafs der Stofs erst bei 6° des zweiten Elektrometers gefühlt wurde. — Nachdem das Amalgam herausgenommen und wieder eingelegt war, wiederholte ich denselben Versuch mit demselben Erfolge. Ich überzeugte mich, dafs die Ursache der verminderten Leitungsfähigkeit keineswegs die sey, dafs der Eisendraht durch die Gewalt des Schlags verrückt wurde, und also das Pulver nicht genau berührte; denn man konnte ihn herausnehmen und wieder einstecken, ohne eine Veränderung in der Leitungsfähigkeit zu bemerken.

38) Hierauf machte ich einige Versuche mit einer anderen Sorte Amalgam, welche mehrere Jahre alt, voller Staub und sehr unrein war. Da sie nicht von mir selbst bereitet war, kann ich nicht angeben, ob sie Zink enthielt oder nicht. Das Amalgam wurde in eine gläserne Röhre bis auf 11″ gefüllt. Obgleich es nicht stärker als gewöhnlich gepackt war, leitete es doch sogleich Schläge von 3° des ersten Elektrometers. Stärkere oder schwächere Schläge hatten keinen merkbaren Einflufs auf die Leitungsfähigkeit. — Ich nahm das Amalgam heraus und legte es wieder ein, aber ganz lose. Der Stofs wurde noch nicht bei 11°, aber deutlich bei 14° des zweiten Elektrometers gefühlt. Durch Einwirkung dieses letzteren Schlages wurde die Leitungsfähigkeit so erhöht, dafs der Stofs bis auf 4° des ersten Elektrometers fühlbar war, und also verhielt sich dieses Metallgemisch völlig wie das Zinn. Das Sonderbarste war, dafs dieses unreine Amalgam, welches in einer gläsernen Kruke, oft unbedeckt verwahrt, der feuchten Luft im Winter im ungeheizten Zimmer ausgesetzt worden war, viel besser leitete, als das sehr reine in 36 und 37. Diefs scheint

zu beweisen, daſs nicht eine geringe Oxydirung, sondern eine ganz andere Ursache an der schwachen Leitungsfähigkeit des Zinnes und des Kienmayer'schen Amalgams Schuld war.

39) Ich prüfte auch eine andere Sorte Zinnpulver, welches nicht so fein gekörnt, aber etwas heller an Farbe war, und fand, daſs es etwas besser als jenes leitete, sonst aber dieselbe Eigenschaft besaſs, nämlich durch Einwirkung eines stärkeren Schlages an Leitungsfähigkeit zuzunehmen.

40) Hiernach stellte ich mehrere Versuche mit dem Kienmayer'schen Amalgam an, um zu sehen, ob nicht die Leitungsfähigkeit durch Einwirkung von Schlägen vermehrt werde, wenn es ganz locker in das Glasrohr eingefüllt worden; denn ich hatte bemerkt, daſs dieſs der Fall mit allen leitenden Pulvern sey, welche frei auf Glas oder Papier lagen. Ich füllte daher ein Glasrohr mit dem Amalgam und lieſs dieses nur durch seine eigene Schwere zusammensinken. Bei 8″ Länge drang der Schlag bei 25° des zweiten Elektrometers gar nicht durch, nachdem aber ein Schlag von 70° des Quadranten-Elektrometers hindurchgeleitet, ward der Stoſs bei 17° des zweiten Elektrometers fühlbar. Wurden mehrere Schläge von 30° bis 40° des Quadranten-Elektrometers nach einander angewandt, so erhöhte sich die Leitungsfähigkeit noch etwas, allein der Stoſs wurde doch nicht unter 8° des zweiten Elektrometers gefühlt; wenn aber nachher ein schwacher Schlag von 25° des zweiten Elektrometers durch das Pulver geleitet war, fand ich, daſs die Leitungsfähigkeit so bedeutend erhöht war, daſs Schläge von 10° bis 6° des ersten Elektrometers durchdrangen. Durch einen stärkeren Schlag wurde die Leitungsfähigkeit wieder beträchtlich vermindert. Diese Versuche konnte ich so oft ich wollte mit demselben Erfolge wiederholen, und also die Leitungsfähigkeit durch schwächere Schläge erhöhen und durch stärkere wieder vermindern. Nachher wurde das Rohr ein wenig gerüttelt, wodurch die Masse dichter

zusammensank; dennoch konnte ich denselben Unterschied der Einwirkung grofser oder kleiner Schläge wahrnehmen, jedoch weniger deutlich. Das Amalgam wurde dann aus dem Rohre genommen, aber gleich darauf wieder eingeschüttet und stärker gepackt. Kleine Schläge hatten jetzt keinen Einflufs auf die Leitungsfähigkeit. Wurde aber das Amalgam so fest als möglich in das Rohr gepackt, leitete es sogleich Schläge von 3° des ersten Elektrometers, und ein starker Schlag verminderte nicht mehr die Leitungsfähigkeit.

41) Um zu erfahren wie sich Kohlenpulver von verschiedener Packung gegen die Einwirkung der elektrischen Schläge verhalte, legte ich die ausgeglühte Kohlenmasse, deren Leitungsfähigkeit in 13 untersucht ist, ganz lose in die längste Glasröhre. Der Schlag von 25° des ersten Elektrometers wurde bei 13" Entfernung fühlbar. Ein Schlag von 25° des zweiten Elektrometers hatte auf die Leitungsfähigkeit keinen Einflufs, stärkere aber von 35° bis 40° des Quadranten-Elektrometers vermehrten sie so, dafs der Stofs bei 11°, bei derselben Entfernung, gefühlt wurde. Hiernach wurde das Kohlenpulver herausgenommen, aber sogleich in dasselbe Rohr wieder eingelegt, und so stark, wie es gewöhnlich geschah, gepackt. Die Leitungsfähigkeit betrug jetzt 20"½, und nachdem starke Schläge hindurch geleitet waren, wurde der Stofs schon bei 17° gefühlt. — Das Kohlenpulver wurde zum dritten Mal in die Glasröhre eingelegt und sehr stark gepackt. Die Leitungsfähigkeit war jetzt auf 33" erhöht. Durch Einwirkung starker Schläge wurde sie noch gröfser, und der Stofs wurde, bei derselben Länge, bei 16° des ersten Elektrometers merkbar. Also wird die Leitungsfähigkeit des wohl ausgeglühten Kohlenpulvers durch elektrische Schläge verändert, obwohl in viel geringerem Grade als bei den Metallpulvern. Die Erscheinungen sind beinahe dieselben, die Packung mag gröfser oder kleiner seyn.

42) Ein kleiner Cylinder von zusammengeschmolzenem Schwefel und Holzkohlenpulver in dem Verhältnisse wie 6:1 wurde mit kurzen Eisendrähten an beiden Enden versehen. Der Stoſs wurde bei 12° des ersten Elektrometers merkbar. Ein Schlag von 25° des zweiten Elektrometers schien nicht merklich die Leitungsfähigkeit zu verändern, aber ein Schlag von 30° des Quadranten-Elektrometers ein wenig, und von 50° so viel, daſs der Stoſs bei 7° gefühlt wurde. Denselben Versuch machte ich mit einem anderen Cylinder von geschmolzenem Schwefel und Kohlenpulver (in dem Verhältnisse wie 7:1), etwas gröſser als der vorige (3″ lang und 2‴ dick). Dieser leitete erst Schläge von 8° bis 10° des zweiten Elektrometers, und die Leitungsfähigkeit wurde durch Einwirkung stärkerer Schläge nicht merkbar verändert. Eine zusammengeschmolzene Mischung von Schwefel und Kohlenpulver verhält sich also gegen elektrische Schläge ganz anders, als eine Mischung von Schwefel und schwarzem Schwefelquecksilber.

Uebersicht des Vorigen.

Erstens zeigen die Versuche, daſs ein und derselbe Körper, unter verschiedener Aggregation der kleinsten Theile, sich theils als guter Leiter, theils als guter Nichtleiter der Elektricität verhalten kann.

Zweitens ist eine Methode angegeben, die Leitungsfähigkeit der Körper zu bestimmen.

Drittens ist bewiesen, daſs die Leitungsfähigkeit mehrer Körper durch die Einwirkung elektrischer Schläge oft sehr verändert wird.

Was das Erste betrifft, ist, meines Wissens, nur ein einziger Fall dieser Art bekannt, nämlich der mit dem Diamant und der Kohle. Daſs aber diese beiden Stoffe nicht als ganz identisch angesehen werden können, ist offenbar, denn die Kohle enthält stets einen und oft

mehre fremde Körper, welche chemisch mit derselben vereinigt sind. — Dafs Körper durch Einwirkung der Wärme aus dem nichtleitenden in den leitenden Zustand übergehen, ist eine andere Sache.

Was die Methode, die Leitungsfähigkeit der Körper zu bestimmen, angeht, ist sie an und für sich von vieler Genauigkeit; allein, besonders bei festen Körpern, ziemlich eingeschränkt; denn selten kann man sie unter anderer Form denn als Pulver untersuchen, und als solches nicht die Metalle. Doch verspreche ich mir viel von der Anwendung dieser Methode bei Untersuchung der Leitungsfähigkeit flüssiger Körper, denn die vornehmsten Schwierigkeiten, nämlich die Packung und die Veränderung der Leitungsfähigkeit bei Versuchen, verschwinden hier ganz.

Ich wage es noch nicht von den Erscheinungen der durch Einwirkung der elektrischen Schläge veränderten Leitungsfähigkeit der Körper eine vollständige Erklärung zu geben. Es sind der Versuche noch zu wenige da, um über diesen Punkt mit Sicherheit urtheilen zu können. Zuerst mufs man die Frage aufwerfen, ob die Leitungsfähigkeit *wirklich* oder nur *scheinbar* verändert werde. Nach meiner Meinung sind wir nicht berechtigt das erste anzunehmen, und ich glaube daher, dafs fast alle Phänomene durch eine gewisse Verschiebung oder Veränderung in der Lage der kleinsten Theile erklärt werden müssen. Bei gepülverten Körpern, die ganz frei liegen, hat diese Erklärung keine Schwierigkeit, und man bemerkt auch deutlich, wie das Pulver, beim Durchgange des elektrischen Stroms, bewegt wird. Wird aber das Pulver in Glasröhren eingeschüttet und gepackt, so läfst es sich schwieriger begreifen, wie eine Verrückung der Theile stattfinden könne. Man mufs doch erwägen, dafs hierzu ein stärkerer Schlag nothwendig wird, und aufserdem sind die Körner des Pulvers sehr eckig, und berühren einander nur in wenigen Punkten, weswegen es leich-

ter geschehen kann, dafs die Lage ein wenig verändert wird. Noch schwieriger wird es, die Einwirkung eines elektrischen Schlages auf zusammenhängende harte Körper einzusehen; doch kann ich mir davon nur dann einen Begriff machen, wenn ich annehme, dafs auch hier die veränderte Leitungsfähigkeit auf einer Verrückung der kleinsten Theile beruhe. Aber, wird man einwenden, warum erfolgt dann nicht dieselbe Veränderung in gleichem Grade bei einer zusammengeschmolzenen Masse von Schwefel und Kohle, als von Schwefel und schwarzen Schwefelquecksilber? Ich antworte darauf, dafs die Mischung der ungleichartigen Theile im letzteren Gemenge weit genauer und inniger ist als in dem ersteren. Das Schwefelquecksilber war nämlich auf die Weise bereitet, dafs Quecksilber im flüssigen Schwefel in vielem Ueberschufs aufgelöst wurde. Das Schwefelquecksilber wurde also schon bei erster Bildung mit Schwefel innigst vermengt, und die Mischung mufste daher weit vollkommener seyn, als wenn Schwefel mit gepülverter Kohle geschmolzen wird. Man wird leicht begreifen, dafs die so äufserst feinen Theilchen des Schwefelquecksilbers sich leichter als die gröberen der Kohle durch die Gewalt des Schlages verschieben lassen. Durch die Phänomene, welche feste Körper unter Einwirkung elektrischer Schläge darbieten, hat man also Grund zu der Vermuthung, dafs ihre kleinsten Theile auf einen gewissen Grad ihre Lage verändern können, oder einer gewissen Drehung fähig sind, ohne dafs eine sichtbare Veränderung in dem Körper selbst erfolgt.

Die Erscheinungen bei metallischen Pulvern sind am schwersten mit den übrigen in Uebereinstimmung zu bringen. Wir haben gesehen, dafs ihre Leitungsfähigkeit (vor der Einwirkung eines Schlages) noch geringer als die der Kohle und des schwarzen Schwefelquecksilbers ist, und von einem hindurchgeleiteten elektrischen Schlage sehr merklich verändert wird. Obige Erklärung scheint

hier nicht zu passen, wie ist es möglich, daſs bei einem Pulver, welches nur aus leitenden Theilen besteht, die Berührungspunkte durch bloſses Verschieben der Körner, beträchtlich vermehrt werden können, ohne daſs die Pakkung verändert wird. Ich wäre daher, wenn nicht die Versuche mit dem unreinen Amalgam in 38 dieſs zu widerlegen schienen, sehr geneigt zu glauben, daſs eine kleine Oxydirung auf der Oberfläche der Metallkörner, welche sie verhinderte in genaue Berührung mit einander zu kommen, den Durchgang des Schlages verhinderte. Man erinnere sich nur, wie viel Widerstand eine Kette gegen einen schwachen elektrischen Schlag äuſsert. Man müſste dann annehmen, daſs dieses Häutchen von Oxyd durch die Gewalt des Schlages an einigen Stellen zerstört werde, wodurch die Durchfahrt eines neuen Schlages erleichtert wird; doch lassen sich auf diese Weise nicht alle Erscheinungen erklären, denn die Leitungsfähigkeit des Kienmayer'schen Amalgams wurde durch den Schlag gewöhnlich vermindert. Daſs übrigens die Lage der Körner von wesentlichem Einfluſs sey, erhellt daraus, daſs die kleinste Erschütterung der Glasröhre in 35 die einmal erhöhte Leitungsfähigkeit des Zinnpulvers wieder verminderte.

Die Erscheinungen der durch Einwirkung elektrischer Schläge veränderten Leitungsfähigkeit der Körper lieſsen sich daher noch nicht auf eine befriedigende Weise erklären, und nur fortgesetzte Versuche dürften uns in diesem Falle der Wahrheit etwas näher führen.

IV. *Versuche, die Geschwindigkeit der Elektricität und die Dauer des elektrischen Lichts zu messen; von C. Wheatstone,*

Professor der Physik am King's College in London.

(*Philosoph. Transact. f.* 1835, *pt. II p.* 583.)

§. 1.

Der Weg eines leuchtenden oder erleuchteten Punkts, in rascher Bewegung, erscheint bekanntlich, vermöge der Nachdauer des Gesichtseindrucks, als eine zusammenhängende Linie. In dem Ansehen einer solchen Linie findet sich Nichts, wodurch das Auge die Richtung oder Schnelligkeit der sie erzeugenden Bewegung erkennen könnte. Vor einigen Jahren fiel mir jedoch ein, daſs wenn man die Bewegung, welche in diesen Fällen die Linie erzeugt, mit einer anderen Bewegung von bekannter Richtung und Geschwindigkeit verbände, es leicht seyn würde, aus dem Ansehen der resultirenden, geraden oder krummen Linie, die Richtung und Geschwindigkeit der ersteren zu bestimmen. Diese Idee verfolgend, machte ich über die Schwingungsbewegung tönender Körper eine Reihe von Versuchen, die jedoch zu zahlreich sind und mit dem vorliegenden Gegenstande zu wenig Zusammenhang haben, als daſs ich sie hier auseinandersetzen könnte. Die befriedigenden Resultate, welche ich so erhielt, machten mich begierig, auszumitteln, ob man auf einem ähnlichen Wege einigen Aufschluſs über die Richtung und die Geschwindigkeit des elektrischen Funkens erlangen könne. Die Methode, welche ich damals zur Erreichung dieses Zwecks vorschlug, wurde zuerst bekannt gemacht in einer Vorlesung, welche Hr. Faraday im Juni 1830 in der Royal Institution hielt. Zu Anfange des vorigen Jahres wurde indeſs meine Aufmerksamkeit wieder auf den Gegenstand hingelenkt, und ich versuchte die Idee auf folgende Weise zu verwirklichen.

Fig. 1 Taf. VI stellt den angewandten Apparat dar. Er ist bei *a* auf die Spindel einer Rotationsmaschine geschraubt, so dafs man ihn in einen schnellen Umschwung versetzen kann. Die oberen und unteren Theile, sämmtlich von Messing, mit Ausnahme der Holzscheibe *bc*, waren durch einen starken Glasstab *de* von einander isolirt. Ein Streifen dicker Zinnfolie verband die Kugel *h* mit *a*, und die obere Kugel *g* konnte in verschiedentliche Entfernungen von der unteren *h* gebracht werden. Wenn die Kugel *f* auf Schlagweite dem ersten Conductor einer Elektrisirmaschine genähert wurde, sprang ein Funken zwischen beiden über, und eben so zwischen den Kugeln *g* und *h*, welche auf vier Zoll von einander entfernt werden konnten, um einen Funken von dieser Länge zu zeigen. Es ist klar, dafs wenn die Winkelbewegung der Kugeln ein merkbares Verhältnifs zur Geschwindigkeit der Elektricität hatte, eine Ablenkung zwischen dem oberen und unterem Ende der Linie stattfinden mufste. Wenn das Instrument von der Rechten zur Linken rotirte und der Funke sich herabwärts bewegte, mufste die Linie, wie in Fig. 2 Taf. VI, abgelenkt werden, dagegen wie in Fig. 3, wenn der Funke von unten nach oben ging.

Als nun aber der Apparat in schnelle Rotation versetzt wurde, ging der Funke eben so über wie bei Ruhe, und es wurde weder im einen noch im anderen Fall am Ende des Funkens eine Ablenkung von der Verticallinie beobachtet. Der Apparat drehte sich funfzig Mal in einer Secunde, und da ein Unterschied von einem Zwanzigstel des von den Kugeln beschriebenen Kreises leicht hätte beobachtet werden können, wenn er vorhanden gewesen wäre, so kann man daraus mit Sicherheit schliefsen, dafs der Funke gemeinschaftlich durch die Luft und den metallischen Conductor in weniger als einem Tausendstel einer Secunde überging.

§. 2.

Da es mit den eben erwähnten Mitteln fehlgeschlagen war, eine Ablenkung des elektrischen Funkens zu beobachten, so ward es nöthig, wollte ich meine Untersuchung fortsetzen, eine wirksamere Vorrichtung zu ersinnen. Es fiel mir bei, dafs die Bewegung des an einem ebenen Spiegel reflectirten Bildes eines elektrischen Funkens allen Zwecken der Bewegung des mit dem Funken verbundenen Apparats selbst entsprechen würde. Auch war klar, dafs dieses Ersatzmittel mehre Vortheile haben würde. So würde die scheinbare Bewegung des reflectirten Bildes in einem kleinen rotirenden Spiegel gleich seyn einer grofsen Bewegung des Gegenstandes selbst; derselbe Spiegel könnte einem jeden zu untersuchenden Gegenstand zugewandt werden, und so, mit seiner bewegenden Maschine, ein allgemein brauchbares Werkzeug abgeben; und manche Versuche wären anstellbar, welche, ohne dieses Hülfsmittel, wegen der Gröfse und Unbeweglichkeit des Apparats, nur schwierig oder gar nicht auszuführen seyn würden.

Die pafslichste Form des rotirenden Spiegels ist in Fig. 4 Taf. VI abgebildet. Er rotirt um eine verticale Axe und nimmt bei seiner Bewegung successiv jede Verticalebene ein. Wird ein leuchtender Punkt, eine Lichtflamme z. B., in einigem Abstand vor diesem Spiegel aufgestellt, so beschreiben die successiven Stellen seines reflectirten Bildes einen Kreis, dessen Radius gleich ist dem senkrechten Abstand des leuchtenden Punkts von der Rotationsaxe. Die Winkelgeschwindigkeit des Bildes ist doppelt so grofs als die des Spiegels; ersteres beschreibt daher einen ganzen Kreis, während der Spiegel nur einen halben beschreibt; und wenn die Rückseite des Spiegels ebenfalls eine reflectirende Fläche ist, wird das Bild zwei Umläufe machen, während der Spiegel nur einen zurücklegt. Wenn die Bewegung über eine gewisse Schnelligkeit hinausgeht, verweilen die Eindrücke der

successiven Bilder auf der Netzhaut, und das Auge, zweckmäfsig gestellt, gewahrt eine vollkommen zusammenhängende Lichtlinie, als einen Bogen des beschriebenen Kreises, und dieser Bogen ist desto gröfser, je näher das Auge dem Spiegel steht.

Wenn nun, während der Spiegel in Bewegung ist, der leuchtende Punkt parallel der Rotationsaxe bewegt wird, so wird aus der Zusammensetzung der beiden Bewegungen des Bildes, die eine von der Bewegung des Gegenstandes, die andere von der des Spiegels abhängig, eine diagonale Resultante entstehen. Und wenn die Anzahl der vom Spiegel in einer gegebenen Zeit gemachten Rotationen bekannt ist, läfst sich die Richtung und Schnelligkeit des bewegenden Punkts berechnen.

Indem ich die Axe des Spiegels an eine Maschine mit multiplicirenden Rädern schrob, war ich im Stande, denselben funfzig Mal in einer Secunde sich umdrehen zu lassen. Das reflectirte Bild eines leuchtenden Punkts durchlief also einen halben Grad in $\frac{1}{72000}$ einer Secunde, da die Winkelgeschwindigkeit des Bildes, wie zuvor erwähnt, doppelt so grofs als die des Bildes ist. Ein Bogen von einem halben Grade wird noch leicht vom Auge geschätzt, und er ist, in der Entfernung von zehn Fufs gesehen, etwa einem Zoll gleich. Nimmt man an, diefs sey die Gränze einer genauen Beobachtung, wiewohl selbst das unbewaffnete Auge vielleicht einen noch weit kleineren Bogen unterscheiden kann, so läfst sich, wenn eine Linie von elektrischem Lichte parallel der Axe des rotirenden Spiegels gestellt wird, die Ermittlung zweier Dinge erwarten. Erstlich die der Dauer des Lichts an jedem Punkt, wo es erscheint, und zweitens die der Zeit, welche zwischen dem Erscheinen des Lichts an zwei successiven Punkten seiner Bahn verstreicht, vorausgesetzt, dafs die Zeit in beiden Fällen nicht geringer als $\frac{1}{72000}$ einer Secunde sey. Die erste Dauer würde durch die horizontale Verlängerung des re-

flectirten Bildes angezeigt werden, und die zweite durch den Abstand zweier Linien, gezogen von den Bildern senkrecht auf die horizontale Ebene. Wenn Dauer und Geschwindigkeit beide durch den Spiegel bemerkbar gemacht werden, würde das reflectirte Bild als ein verschobener Lichtstreif erscheinen.

Successiv bot ich dem Spiegel dar: Vier Zoll lange Funken, gezogen aus dem ersten Conductor einer Elektrisirmaschine; Entladungen einer Leidner Flasche; ein vier Fuſs langes Glasrohr, worin der elektrische Funke längs einer schraubenförmigen Reihe von Scheibchen aus Zinnfolie überspringen muſste; ein luftleeres Glasrohr von sechs Fuſs Länge, in welchem der Funke beim Durchgange eine ununterbrochene Linie von geschwächtem elektrischen Lichte erzeugte; verschiedene Figuren, als Vögel, Sterne u. s. w., gebildet vom elektrischen Funken. Allein in allen diesen Fällen erschienen die reflectirten Bilder, wenn sie innerhalb des Gesichtsfeldes auftraten, vollkommen ungeändert, und genau auf eben die Weise, wie wenn sie von dem ruhenden Spiegel reflectirt worden wären.

Lieſs ich die Funken rasch auf einander folgen, wurden gleichzeitig mehre reflectirte Bilder in verschiedenen Lagen gesehen, daraus entspringend, daſs die Bilder erneut wurden, ehe der Gesichtseindruck der früheren verschwunden war. Hält man die evacuirte Röhre nahe an einem ersten Conductor und betrachtet sie direct, so erblickt man zuweilen einen zusammenhängenden Lichtstrom; untersucht man denselben aber in dem Spiegel, so findet man, daſs diese Continuität nur scheinbar ist, und von einer raschen Folge vorübergehender Blitze herrührt.

§. 3.

Für einige Versuche verdient eine andere Stellung des rotirenden Spiegels den Vorzug vor der eben beschriebenen. Fig. 3 Taf. VI stellt die reflectirende Fläche vor, geneigt gegen die Rotationsaxe, und fast senk-

recht gegen sie. Wenn irgendwo in der Verlängerung der Axe ein leuchtender Punkt angebracht wird, werden seine Bilder successiv von verschiedenen Punkten des Spiegels reflectirt, und sie bilden zusammen einen Kreis, dessen Umfang man auf ein Mal überblickt. Bei dieser Form des Versuchs ist die Winkelgeschwindigkeit des Bildes gleich der des Spiegels, und beide bewegen sich in gleicher Richtung. In dem früheren Fall bewegte sich dagegen das Bild mit der doppelten Geschwindigkeit des Spiegels und in entgegengesetzter Richtung. Die sichtbare Gröfse des beschriebenen Kreises wächst mit der Entfernung des Gegenstandes und mit der Neigung des Spiegels. Eine vor ihm gehaltene Lichtflamme erscheint als ein breiter leuchtender Ring; das Sonnenbild wird in einen prachtvollen feurigen Gürtel verwandelt.

Eine Reihe kleiner Funken zwischen zwei Spitzen oder einer Spitze und einem ersten Conductor überschlagen gelassen, erscheinen dem Auge, wegen der Schnelligkeit ihrer Aufeinanderfolge, als ein stillstehender Lichtstern. Versetzt man diesen Stern in die Verlängerung der Axe des rotirenden Spiegels, so wird von den successiven Funken, aus welchen er besteht, ein jeder von einem andern Theil des Spiegels in's Auge geworfen, und sie zeigen sich auf einem Kreise, in regelmäfsigen Abständen angeordnet. Wenn die Pausen einander rasch folgen, ist die Erscheinung aufserordentlich schön.

Der Lichtbüschel, welcher an einer Spitze erscheint, wenn man sie in einigem Abstande von dem Conductor hält, erweist sich durch dieses Mittel ebenfalls als ein intermittirendes Phänomen. Die reflectirten Bilder desselben zeigen jedoch die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dafs sie in Richtung der Bewegung verlängert erscheinen, zum Beweise, dafs ein Büschel nicht so vorübergehend ist als ein Funke, und dafs die Ausströmungen (*Emissions*), aus denen derselbe besteht, eine Zeit verharren, welche durch die Bewegung des Spiegels mefsbar ist.

Diefs Instrument ist jedoch nicht blofs auf die Intermittenzen des elektrischen Lichts beschränkt; vielmehr kann eine jede rasche Folge von Veränderungen in einem Gegenstand, der seinen Ort nicht ändert, durch dieses Mittel für sich untersucht werden. Schwingende Körper z. B. liefern viele Fälle einer solchen Untersuchung. Einer derselben verdient erwähnt zu werden. Eine Wasserstoffgasflamme, wenn sie an offener Luft brennt, bietet einen zusammenhängenden Kreis in dem Spiegel dar; bringt sie aber in einer Glasröhre einen Ton hervor, so gewahrt man regelmäfsige Unterbrechungen der Lichtstärke, welche wie eine Kette aussehen, und anzeigen, dafs die Flamme Contractionen und Dilatationen erleidet, entsprechend den Schallschwingungen der Luft.

§. 4.

Versuche, um die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Elektricität durch leitende Körper zu bestimmen, sind oft angestellt. Bei allen diesen bemühte man sich aber die Zeit zu messen, die zwischen den beiden Entladungen an den entgegengesetzten, und, damit man sie sogleich übersehen konnte, einander nahe gebrachten Enden eines Drahts vorausgesetztermafsen verstreichen sollte. Bei einem Versuche, welcher 1747 zu Shooter's Hill unter der Leitung des Dr. Watson angestellt wurde, betrug der Bogen vier (englische) Meilen, zwei Meilen durch Draht und zwei durch den Boden. Allein die Entladungen erschienen, wie bei allen dergleichen Versuchen, vollkommen gleichzeitig. Wir dürfen nicht über diefs Resultat erstaunen, da wir wissen, dafs das Auge eine Reihe leuchtender Gegenstände, die in Zwischenzeiten von einem Achtel oder Zehntel einer Secunde auf einander folgen, nicht mehr von dem gleichzeitigen Erscheinen derselben unterscheiden kann, und dafs deshalb, selbst mit einem Bogen von vier (engl.) Meilen, eine Geschwindigkeit von ein Paar Meilen in der Se-

cunde das Aeufserste seyn kann, was sich mit solchen Mitteln beobachten läfst.

Ich beschlofs daher einen solchen Versuch zu wiederholen und dabei das unvollkommene Urtheil des Auges durch einen rotirenden Spiegel zu ersetzen, doch durch einen, bei dem die Rotationen rascher geschähen und genauer bestimmt werden könnten als bei den bisher angewandten. Das Instrument, welches ich sogleich beschreiben werde, mifst, wenn nicht in der Schätzung ein mir entgangener Fehler liegt, weniger als ein Milliontel einer Secunde, und dieser Grad von Schärfe kann selbst durch kostbarere Instrumente und sorgsamere Beobachtungen noch weit übertroffen werden.

Da sich aber nur in der Hypothese von der wirklichen Fortführung eines Fluidums von einem Ende des Drahts zum andern erwarten läfst, einen Zeitunterschied zwischen den beiden Funken an den Drahtenden zu beobachten, so traf ich, um den beabsichtigten Versuch von aller theoretischen Ansicht unabhängig zu machen, die nothwendige Vorsicht, einen dritten Funken, hervorgerufen durch eine Unterbrechung in der Mitte des Drahtes, den Funken an dessen Enden nahe und in eine Linie mit ihnen zu bringen. Denn in der Annahme von der Ueberführung zweier Fluida in entgegengesetzten Richtungen würden die beiden Funken an den Enden gleichzeitig erscheinen, beide aber früher als der in der Mitte. Dieselbe Erscheinung würde auch mit der Theorie von Einer Elektricität übereinstimmen, wenn man annähme, dafs eine Störung des elektrischen Gleichgewichts, entspringend in dem einen Fall aus successiven Additionen zu dem Neutralitätsquantum des leitenden Drahts, und in dem andern Fall aus successiven Subtractionen von demselben, in unmefsbarer Zeit (*simultaneously*) von einem Ende zum andern fortgepflanzt würde.

Der Versuch wurde in der Gallerie in der Adelaide-Strafse angestellt. Der isolirte Draht, dessen gesammte

Länge eine halbe (engl.) Meile betrug, war wie in Fig. 6 (Taf. VI) angeordnet. Die parallelen Theile des Drahts waren jeder 120 Fuſs lang, sechs Zoll aus einander, und durch ebenfalls sechs Zoll lange seidene Schnüre an der Balustrade befestigt. Das Schwanken des Drahts war durch quer über die Gallerie ausgespannte seidene Schnüre verhütet; und, um die Längenstücke in ihren gehörigen Abständen zu erhalten, waren die Schnüre um jedes derselben einmal umgeschlagen. Die mit 2, 3, 4, 5 bezeichneten Enden waren verbunden mit den ähnlich bezeichneten Drähten des Funkenbretts, Fig. 7 (Taf. VI), welches an der Mauer der Gallerie so befestigt war, daſs die Kugeln, zwischen welchen die Funken überschlagen muſsten, in derselben Horizontallinie lagen. Die Schlagweite für jeden Funken betrug einen Zehntelzoll, und das Funkenbrett selbst hielt drei und einen halben Zoll im Durchmesser. Der angewandte Leitdraht war von Kupfer und maſs 0,2 Zoll in Dicke.

Fig. 8 (Taf. VI) stellt das Meſswerkzeug mit Zubehör dar, und Fig. 10 zeigt einige seiner wesentlichen Theile noch deutlicher. *ABCD* ist ein dickes Brett von wohl gedörrtem (*baked*) Mahagoniholz, ein Fuſs lang und acht Zoll breit. *E* ist ein kreisrunder Spiegel von polirtem Stahl, einen Zoll im Durchmesser, so befestigt auf der horizontalen Axe *FG*, daſs die Rotationsaxe in der Ebene des Spiegels liegt. Die Spitzen der Axe gehen in die aufrechten Arme *HI* des Messingrahms. Die Axe wird durch das Rad *K* mittelst einer Schnur, die in Hohlkehlen über beide hinweggeht, in Bewegung gesetzt, und eine Schnur über dem Rade *L*, welches mit *K* auf derselben Axe steht, kann mit dem Rade irgend einer Maschine verbunden werden, die eine rasche Bewegung zu ertheilen im Stande ist. Bei den Versuchen, welche ich mit diesem Instrument angestellt habe, war der Zug von Rädern so eingerichtet, daſs die den Spiegel tragende Axe sich 1800 Mal umgedreht haben würde,

während das Rad, von dem die Bewegung ausging, eine Umdrehung machte, falls keine Verzögerung, entspringend aus einem Gleiten der Schnur, anzunehmen gewesen wäre. *M* ist eine kleine Leidner Flasche, deren innere Belegung durch die Kette *N* beständig aus einer Elektrisirmaschine mit Elektricität, entweder positiver oder negativer, versorgt wird. Der gebogene Draht, der von der inneren Belegung ausgeht, steht in unmittelbarer Berührung mit dem festen Entlader *OP*, und die freiwilligen Entladungen der Flasche werden durch Veränderung des Abstands zwischen den beiden Kugeln regulirt. Der mit der äußeren Belegung der Flasche verbundene Draht 1 und der an dem Knopf des Messingrahms befestigte Draht 6 sind mit den ähnlich bezeichneten Drähten des Funkenbretts verknüpft. Ist die Flasche vollständig geladen und der mit der Axe rotirende Arm Q dem Knopf des Entladers gegenüber gebracht, so geht die Entladung der Elektricität oder die Störung des elektrischen Gleichgewichts durch den ganzen Bogen, und die drei Funken erscheinen dem Auge vollkommen gleichzeitig. Wenn die Vorderseite des Spiegels im Niveau mit dem Funkenbrett liegt, demselben zugewandt ist, und einen Winkel von 45° mit dem Horizonte macht, so erblickt das Auge, bei senkrechtem Hinuntersehen, die reflectirten Bilder der drei Funken. Das ebene Glas oder die Linse *R* hat den Zweck, das Auge von zu großer Annäherung an den Spiegel abzuhalten, und die Beobachtung für weit- und kurzsichtige Augen bequem zu machen. Der Arm *Q* ist so angebracht, daſs der Bogen geschlossen wird, wenn der Spiegel in der eben beschriebenen Lage ist. Der andere Arm dient bloſs als Gegengewicht. Um die Ungenauigkeit zu vermeiden, welche entstehen würde, wenn Entladungen bei verschiedenen Stellungen des Arms gegen den Knopf des Entladers einträten, ist die Glimmerplatte *S* dazwischen gestellt, welche genau der Axe des Entladers gegenüber einen sehr kleinen horizontalen

Schlitz besitzt. Dadurch sind dem Vollzuge der Entladungen sehr enge Gränzen gesteckt, und mit was für einer Geschwindigkeit der Spiegel sich auch drehen mag, erscheinen doch die Funken im Allgemeinen innerhalb des Gesichtsfeldes.

Ein sehr wichtiger Punkt war es, die Winkelgeschwindigkeit der den Spiegel tragenden Axe genau zu bestimmen. In das Resultat, welches aus der Berechnung des Räderzuges entspringt, ist kein Zutrauen zu setzen, da bei einer so raschen Bewegung manche verzögernden Ursachen mitwirken und die Rechnung unsicher machen können. Es war war daher nothwendig, Mittel zu ersinnen, die, von diesen Fehlerquellen unabhängig, die letzte Geschwindigkeit unmittelbar angeben würden. Nichts scheint geeigneter für diesen Zweck, als mit dem Instrument eine kleine Syrene zu verbinden, deren Platte durch die Spiegelaxe mit herumgeführt wird. *T* ist eine kleine hohle Büchse von einem Zoll im Durchmesser, in welche, durch eine an der Oeffnung *u* angebrachte Röhre, Wind eingeblasen wird. An der Vorderseite dieser Büchse ist eine Anzahl Löcher in einem Kreise und gleich weit von einander angebracht, und eine vor denselben sich drehende Scheibe hat eine gleiche Anzahl Löcher, welche den ausströmenden Wind periodisch auffangen und so einen der Häufigkeit der Impulse entsprechenden Ton erzeugen. Klar ist, dafs dann die Anzahl der Umdrehungen gefunden wird, wenn man die dem Ton entsprechende Anzahl von Vibrationen in einer Secunde durch die Anzahl der Löcher dividirt. Zuerst wandte ich zehn Oeffnungen an. So lange die Bewegung langsam war, konnte der Ton leicht bestimmt werden; allein bei Vergröfserung der Geschwindigkeit ward er unwahrnehmbar. Ich reducirte nun die Anzahl der Löcher auf fünf, allein mit keinem besseren Erfolg, und zuletzt auf zwei; allein jetzt war der Ton gegen das übrige Geräusch so schwach, dafs er nicht mehr deutlich gehört werden konnte.

Endlich ward die Schwierigkeit überwunden, indem ich den Arm Q selbst den Ton erzeugen liefs. Ein kleiner Papierstreif ward gegen ihn gehalten, so dafs er bei jeder Umdrehung einen Schlag darauf geben mufste; durch die Wiederkehr dieser Schläge entstand ein Ton, dessen Höhe mit der Schnelligkeit der Bewegung variirte. Wenn die Maschinerie mit dem Maximum der Geschwindigkeit, welches ich bei meinen Versuchen anwandte, in Bewegung gesetzt ward; erhielt ich den Ton $G\sharp^4$, welcher 800 Umdrehungen des Spiegels in einer Secunde andeutet. Ich weifs nicht, dafs irgend etwas die Genauigkeit dieses Resultats hätte stören können. Derselbe Ton wurde bei Anwendung verschiedener Papier- oder Kartenstücke gehört; und als die Geschwindigkeit verlangsamt wurde, sank die Tonhöhe durch alle Stufen der Tonleiter hinab, bis zuletzt nur noch gesonderte Schläge gehört werden konnten [1]).

Erwägen wir nun, eine wie kurze Dauer des elektrischen Lichts und eine wie grofse Geschwindigkeit seiner Fortpflanzung noch mittelst des eben beschriebenen Instruments entdeckt werden kann. Der Spiegel dreht sich 800 Mal in der Secunde, und während dieser Zeit würde das Bild eines stationären Punktes 1600 Umkreise beschreiben. Die Verlängerung des Funkens zu einem halben Grad, eine offenbar sichtbare Gröfse, die in zehn Fufs Entfernung gesehen einem Zoll gleich ist, würde also andeuten, dafs der Funke einen 1152000 Theil einer Secunde Bestand hatte. Die Ablenkung um einen halben Grad zwischen den beiden äufseren Funken würde

1) Seit der Vorlesung dieses Aufsatzes (in der Londoner Gesellschaft der Wissenschaften) wurde noch ein registrirender Apparat an dem Instrumente angebracht. Dieser Apparat besteht aus einem Zeiger, der durch einen leichten Räderzug mit der Axe verbunden ist, und Eine Umdrehung vollendet, während der Spiegel deren 10000 macht. Die auf diese Weise angezeigte Zahl von Umdrehungen überstieg, wegen vermehrten Widerstandes gegen die Bewegung, nicht 600 in der Secunde.

also, wenn der Draht, wie oben angegeben, eine halbe (engl.) Meile lang war, eine Geschwindigkeit von 576000 (engl.) Meilen in der Secunde anzeigen. Diese geschätzte Geschwindigkeit findet in der Voraussetzung statt, daſs die Elektricität von einem Ende des Drahts zum andern übergehe. Wenn jedoch, wie nach der einen Theorie, die beiden Fluida, oder, wie nach der andern, die Gleichgewichtsstörungen vollkommen gleichzeitig von den beiden Drahtenden auslaufen, so werden die beiden äuſseren Funken ihre relative Lage behalten, es wird bloſs der mittlere Funke abgelenkt, und die gemessene Geschwindigkeit wird die Hälfte von der im vorhergehenden Falle seyn, nämlich 288000 (engl.) Meilen in der Secunde.

Wiederholte Versuche gaben nun die folgenden Resultate. Wenn die Geschwindigkeit des Spiegels eine gewisse Gränze überstieg, wurden die drei Funken zu drei parallelen Linien verlängert, und diese Verlängerung wurde beträchtlicher, so wie die Geschwindigkeit der Bewegung vergröſsert wurde. Die gröſste Verlängerung, welche beobachtet wurde, betrug etwa 24°, was eine Dauer von ungefähr einem 24000 Theil einer Secunde zeigen würde. Die Linien nahmen ihren Anfang nicht immer an derselben Stelle; zuweilen erschienen sie unmittelbar unter dem Auge, zuweilen nach der Rechten hin, zuweilen nach der Linken, und manchmal waren sie ganz zum Gesichtsfeld hinaus. Diese Unbestimmtheit, wie ich schon auseinandersetzte, hat ihren Grund darin, daſs der Arm den Funken nicht immer in gleicher Entfernung von dem Entlader aufnimmt. Es müssen daher mehre Entladungen gemacht werden, ehe das Auge die Erscheinungen deutlich sehen kann. War die Geschwindigkeit gering, so schienen die Endpunkte genau in Einer Verticallinie zu liegen; war aber die Geschwindigkeit beträchtlich und drehte sich der Spiegel gegen die Rechte, so

nahmen die Linien diefs Ansehen an: ; drehte er sich gegen die Linke, so erschienen sie so: . Niemals jedoch erschienen sie so: oder so: , als nach der Hypothese von einem einzigen Fluidum erforderlich seyn würde. Ich fand es zweckmäfsig, neben und dicht an dem Funkenbrett ein brennendes Licht zu stellen, als Führer für das Auge. Dann sah man in dem Spiegel die Linien des elektrischen Lichts, dicht über und parallel der constanten Linie, die durch die Reflexion dieser Flamme gebildet wurden, und so konnte das Auge leichter auf sie hingerichtet werden. Es diente auch dazu, die Brennweite des Auges gehörig ajustirt zu halten. Bei allen Versuchen stand das Funkenbrett zehn Fufs vom Spiegel entfernt.

Die Ablenkung zwischen den äufseren Funken und dem mittleren konnte, wie ich ziemlich gewifs weifs, nicht einen halben Grad überstiegen haben.

Nachdem ich von diesen Funken eine beträchtliche Verlängerung erhalten hatte, hoffte ich auch bei den in §. 2 beschriebenen verschiedenen Arten des elektrischen Lichts die Funken zu verlängern oder die Linien zu verbreitern. Allein selbst mit der zuletzt erreichten aufserordentlichen Geschwindigkeit liefs sich nicht irgend eine Veränderung an ihnen beobachten. Sie waren, reflectirt nach oben, so distinct und unverändert wie die Objecte selbst bei directer Anschauung. Die Verlängerung der Funken an den zuvor erwähnten Unterbrechungen des Drahts rührten ohne Zweifel davon her, dafs der Draht nicht dick genug war, um die Entladung der Flasche anders als in successiver Weise zu gestatten. Die Dauer der Entladung bei diesen Funken schien länger zu seyn, als die Zeit, welche die Elektricität zur Durchlaufung mehrer Meilen Draht gebrauchte.

Die Funken aus dem von Hrn. Saxton construirten grofsen Magnet, welcher sich in der Gallerie in der

Adelaide-Strafse befindet, wurden bedeutend verlängert, selbst wenn der Spiegel sich nur mit einer verhältnifsmäfsig geringen Geschwindigkeit drehte.

§. 5.

Um die Möglichkeit des Beobachtens der Funken u. s. w. zu vergröfsern, da man es nicht in seiner Gewalt hat sie erscheinen zu lassen, wann gerade der Spiegel in der richtigen Lage ist, um sie in's Auge zu reflectiren, schlage ich vor, einen Polygonalspiegel mit symmetrisch gegen die Rotationsaxe liegenden Flächen anzuwenden, ein Sechsseit z. B. (Fig. 9 Taf. VI), wo *ab* die rotirende Axe und *c*, *d*, *e* drei der reflectirenden Flächen. Wenn der Gegenstand unausgesetzt leuchtet, wird das Auge während einer Rotation der Axe successiv sechs leuchtende Bogen erblicken, alle in derselben Lage. Wenn aber das Licht vorübergehend ist, wird die Wahrscheinlichkeit, seine Reflexion beobachten zu können sechs Mal gröfser seyn, als bei Anwendung einer einzigen reflectirenden Fläche. Freilich sind die Bogen nicht kreisrund, allein die Abweichung davon ist schwerlich wahrnehmbar, wenn der Radius der polygonalen Section sehr klein ist gegen die Entfernung des leuchtenden Gegenstandes, wie es bei allen unseren Versuchen der Fall gewesen seyn würde.

Ich habe auch für die Theile des Instruments (§. 4) verschiedene Abänderungen vorgeschlagen, die zu besonderen Versuchen geeignet sind, und die Genauigkeit der bereits gemachten bei einer Wiederholung noch vergröfsern würden. Da ich sie indefs noch nicht durch einen Versuch geprüft habe, so wäre es voreilig, sie jetzt schon zu beschreiben.

§. 6.

Die in den vorhergehenden Versuchen erwiesene Dauerlosigkeit des Lichts einer Elektricität von hoher Spannung liefert die Mittel, Erscheinungen, die sich während eines einzigen Augenblicks ihrer continuirlichen Action

[redacted]

rasch verändern, zu beobachten, und eine Menge von Versuchen über die Bewegungen von Körpern zu machen, wenn ihre successiven Lagen einander zu rasch folgen, um unter den gewöhnlichen Umständen gesehen zu werden.

Einige wenige Beispiele werden hier hinreichend seyn. Die Zeichnungen auf einem Rade oder einer Scheibe in rascher Rotation scheinen still zu stehen, wenn sie durch die Entladung einer Leidner Flasche beleuchtet werden [1]). Schwingende Saiten scheinen in ihren abgelenkten Lagen zu ruhen. Eine rasche Folge von Tropfen, welche dem Auge als ein zusammenhängender Strom erscheint, sieht man als das, was es wirklich ist, nicht als was es gewöhnlich erscheint u. s. w. [2]).

§. 7.

Die vorhergehenden Versuche bezweckten mehr die Verlängerungen und Ablenkungen zu entdecken, als sie zu messen, und ich bin daher nicht im Stande, Resultate mit numerischer Genauigkeit anzugeben. Ich werde mich bemühen diese Lücke durch künftige Untersuchungen auszufüllen, und begnüge mich für jetzt, aus den beobachteten Erscheinungen die folgenden allgemeinen Schlüsse zu ziehen, wiewohl ich einräume, dafs genauere Versuche erforderlich sind, ehe man sie als völlig festgestellt ansehen kann.

Erstlich. Die Geschwindigkeit der Elektricität durch einen Kupferdraht übertrifft die des Lichts durch den planetarischen Raum.

Zweitens. Die Störung des elektrischen Gleichgewichts in einem Draht, der an seinen Enden mit den beiden Belegungen einer Leidner Flasche verbunden ist,

1) Bereits im Bd. XXXIII dies. Annal. S. 508 (Anmerk.) war von einem solchen Versuch die Rede. P.

2) Ein anderes Verfahren, dessen sich Hr. Savart zu ähnlichem Behufe bediente, findet sich in diesen Annal. Bd. XXXIII S. 460 beschrieben. P.

schreitet mit gleicher Schnelligkeit von den beiden Enden aus, und trifft in der Mitte des Bogens zuletzt ein.

Drittens. Das Licht der Elektricität von hoher Spannung hat noch nicht die Dauer von einem Milliontel einer Secunde.

Viertens. Das Auge ist fähig Gegenstände distinct wahrzunehmen, welche ihm innerhalb desselben kleinen Zeitintervalls dargeboten werden.

Durch Verfolgung dieser Untersuchungen mit Instrumenten von hoher Kraft und großer Genauigkeit in ihren Angaben werden sich numerische Gesetze für eine große Klasse von Erscheinungen festsetzen lassen, zu deren Beobachtung wir bisher keine Mittel hatten. Zu den Gegenständen solcher Untersuchung gehören: die relative Schnelligkeit der Elektricität in Drähten von verschiedenen Metallen; die Verschiedenheiten in der Schnelligkeit der Elektricität, wenn sie im Zustande verschiedener Spannung durch einen und denselben Leiter geht, falls Verschiedenheiten dieser Art vorhanden sind; die Dauer des elektrischen Funkens unter den gewöhnlichen Umständen der Spannung und Quantität.

V. *Zur Geschichte der Blitzableiter.*

In einer neuerlichen Mittheilung des Hrn. Paravey an die Pariser Academie heißt es: Ctesias, Leibarzt von Artaxerxes Mnemon (405 vor Chr.), berichtet in seiner Geschichte von Indien, es gebe daselbst eine Quelle aus der man einen an der Luft erhärtenden Goldsand schöpfe, so wie auch Eisen, und, wenn dieß Eisen in den Boden gesteckt werde, wende es Wolken, Hagel und Donner ab [1]). Auch chinesische Bücher lehren, setzt Hr. P. hinzu, daß hohe Spitzen, selbst bloße Bambusröhre, den Donner anziehen. Solche zugespitzte Bambusröhre nennen sie *Donnerpfeile* (*L'Inst. No.* 85 *p.* 419).

1) Schon Conybeare verwies 1822 (*Ann. of Phil. IV p.* 439) auf diese Stelle. *P.*

VI. *Ueber die Gesetze des Magnetismus nach Ampère's Theorie;*

von K. W. Knochenhauer,
Lehrer an der Realschule zu Neustrelitz.

Indem ich Ampère's Theorie, nach der die Magnete gleich galvanischen Spiralen auf einander wirken, in leichtere und mir mehr übersichtliche mathematische Formeln übertrug, ergaben sich mir Resultate, welche mit den anerkannten Gesetzen des Magnetismus nicht übereinstimmen; ich erlaube mir deshalb den Gang der Rechnung hier anzugeben, da sich vielleicht hierdurch eine weitere Begründung der so sehr ansprechenden Theorie herbeiführen läfst, und andere, denen die erforderlichen Mittel zu Gebote stehen, sich zu neuen Experimenten veranlafst fühlen möchten. Wie Ampère setze ich die gegenseitige Anziehung der zu ihrer Verbindungslinie R senkrechten Elemente ds, ds' zweier parallelen galvanischen Ströme von ii' Intensität bei derselben Richtung $= \frac{ii' ds ds'}{R^2}$, bei entgegengesetzten $= -\frac{ii' ds ds'}{R^2}$, die Wirkung zweier Elemente der auf R nach derselben Richtung laufenden Ströme sey $= -\frac{kii' ds ds'}{R^2}$ und nach der entgegengesetzten $= \frac{kii' ds ds'}{R^2}$; ferner mögen, wie bei Ampère, zwei zu einander senkrechte Elemente weder Anziehung noch Abstofsung veranlassen. Berechnet man hiernach die gegenseitige Wirkung zweier in derselben Ebene befindlichen Kreise, deren Peripherien vom Galvanismus durchflossen werden, so sey, Fig. 8 Taf. V, MN das Element ds' eines von M nach N gehenden galvanischen

Stromes von i' Intensität, und im Kreise um C bewege sich der Galvanismus mit i Intensität nach der Richtung $EBDGE$; es sey $CE=r$ sehr klein gegen AC, damit die höheren Potenzen als $\frac{r^4}{AC^4}$ vernachlässigt werden können, ist dann MN senkrecht auf AC und $\angle BAC = \vartheta$, so ist die Wirkung von ds' auf das Element bei B, beide senkrecht zu AB gelegt,

$$=\frac{ii'\,ds'\cos\vartheta\,.\,AB\,d\vartheta}{AB^2},$$

und auf das Element bei D für dieselbe Bedingung

$$=-\frac{ii'\,ds'\cos\vartheta\,.\,AD\,d\vartheta}{AD^2},$$

also auf beide zugleich, parallel zu CA genommen,

$$=ii'\,ds'\cos\vartheta\left[\frac{AB\,d\vartheta}{AB^2}-\frac{AD\,d\vartheta}{AD^2}\right]\cos\vartheta,$$

und auch den ganzen Kreis um C:

$$=2ii'\,ds'\int\cos^2\vartheta\,d\vartheta\left(\frac{AD-AB}{AB\,.\,AD}\right),$$

integrirt von $AC\sin\vartheta=0$ bis r. Aber:

$$AD\,.\,AB=AG\,.\,AE=AC^2-r^2$$

und:

$$AD-AB=2BF=2\sqrt{r^2-AC^2\sin^2\vartheta},$$

also:

$$\int\cos^2\vartheta\,d\vartheta\left(\frac{AD-AB}{AB\,.\,AD}\right)$$

$$=\frac{2}{AC^2-r^2}\int\cos^2\vartheta\,d\vartheta\sqrt{r^2-AC^2\sin^2\vartheta}.$$

Setzen wir $AC\sin\vartheta=ry$, so wird:

$$\cos\vartheta\,d\vartheta=\frac{r\,dy}{AC},\ \cos\vartheta=1-\frac{\frac{1}{2}r^2y^2}{AC^2},$$

und:

$$\int \cos^2\vartheta\, d\vartheta \sqrt{r^2 - AC^2 \sin^2\vartheta}$$

$$= \int \frac{r^2\, dy}{AC} \sqrt{1-y^2}\left(1 - \frac{\tfrac{1}{2} r^2 y^2}{AC^2}\right)$$

$$= \int \frac{r^2\, dy}{AC.\sqrt{1-y^2}}\left(1 - y^2 - \frac{\tfrac{1}{2} r^2 y^2}{AC^2} + \frac{\tfrac{1}{2} r^2 y^4}{AC^2}\right)$$

$$= \frac{r^2}{AC}\left(\tfrac{1}{4}\pi - \tfrac{1}{32}\frac{r^2}{AC^2}\right),$$

nämlich von $y=0$ bis 1 genommen. Hiernach ergiebt sich die gesuchte Anziehung:

$$= 2ii'ds' \int \cos^2\vartheta\, d\vartheta \left(\frac{AD-AB}{AB.AD}\right)$$

$$= \frac{4ii'ds'}{AC^2 - r^2}\left(\tfrac{1}{4}\pi - \tfrac{1}{32}\frac{r^2}{AC^2}\right)\frac{r^2}{AC}$$

$$= ii'ds'\left(\frac{r^2\pi}{AC^3} + \tfrac{7}{8}\frac{r^4\pi}{AC^5}\right)$$

$$= \frac{ii\,ds'\,C}{AC^3}\left(1 + \tfrac{7}{8}\frac{r^2}{AC^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

wenn $C = r^2\pi$ die Fläche des Kreises um C bezeichnet.

Legt man zweitens das Element MN und die Elemente bei D und B längs AB und AD, so ist die Wirkung nach AD zusammen:

$$= -kii'ds' \sin\vartheta \left(\frac{dAB}{AB^2} - \frac{dAD}{AD^2}\right),$$

denn weil AD mit ϑ abnimmt, so ist bei dAD das negative Zeichen erforderlich; folglich ist die Wirkung auf den ganzen Kreis um C parallel zu AC zerfällt:

$$= -2kii'ds' \int \sin\vartheta \cos\vartheta \left(\frac{AD^2\, dAB - AB^2\, dAD}{AB^2 . AD^2}\right),$$

integrirt wie vorhin. Aber:

$$AB^2 . AD^2 = AC^4 - 2AC^2 r^2,$$

$$AD = AC\cos\vartheta + \sqrt{r^2 - AC^2 \sin^2\vartheta},$$

$$AB = AC\cos\vartheta - \sqrt{r^2 - AC^2 \sin^2\vartheta},$$

und:

$$AD^2 dAB - AB^2 dAD = \frac{(2AC^4 - 2AC^2 r^2) \sin^2\vartheta \cos^2\vartheta d\vartheta}{\sqrt{r^2 - AC^2 \sin^2\vartheta}}$$

also:

$$-2kii'ds' \int \sin\vartheta \cos\vartheta \left(\frac{AD^2 dAB - AB^2 dAD}{AB^2 . AD^2}\right) =$$
$$-2kii'ds' \left(\frac{1}{AC^4} + \frac{2r^2}{AC^6}\right) \int \frac{(2AC^4 - 2AC^2 r^2) \sin^2\vartheta \cos^2\vartheta d\vartheta}{\sqrt{r^2 - AC^2 \sin^2\vartheta}}$$
$$= -2kii'ds' \left(\frac{1}{AC^4} + \frac{2r^2}{AC^6}\right) \left(\tfrac{1}{4} AC r^2 \pi - \tfrac{11}{16} \frac{r^4 \pi}{AC}\right)$$
$$= -\frac{kii'ds'C}{AC^3}\left(1 + \tfrac{5}{8} \frac{r^2}{AC^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Betrachten wir jetzt die Wirkung eines Elementes $OP = ds'$, dessen Strom mit i' Intensität von O nach P geht, so stöſst es, nach AB gelegt die Elemente B und D ebenfalls nach AB und AD gelegt, ab, zieht aber die Elemente der unteren Kreishälfte GHE an, und bringt auf diese Weise eine Wirkung senkrecht zu AC hervor, mit welcher es den Kreis nach der oberen Kreishälfte zu forttreibt. Für die Elemente bei B und D ist die Wirkung:

$$= kii'ds' \cos\vartheta \left(\frac{dAB}{AB^2} - \frac{dAD}{AD^2}\right) \sin\vartheta,$$

also auf den ganzen Kreis:

$$= 2kii'ds' \int \cos\vartheta \sin\vartheta \left(\frac{dAB}{AB^2} - \frac{dAD}{AD^2}\right)$$
$$= \frac{kii'ds'C}{AC^3}\left(1 + \tfrac{5}{8} \frac{r^2}{AC^2}\right) \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Endlich übt dasselbe Element OP, wenn es senkrecht zu AB gelegt wird, auf den Kreis um C eine der vorigen entsprechende Wirkung aus, indem es die senkrecht zu AD zerfällten Elemente B und D abstöſst und die der unteren Kreishälfte anzieht, eine Wirkung:

$$=2ii'ds'\int \sin\vartheta\left(\frac{AB\,d\vartheta}{AB^2}-\frac{AD\,d\vartheta}{AD^2}\right)\sin\vartheta$$

$$=4ii'ds'\int \sin^2\vartheta\, d\vartheta\,\frac{\sqrt{r^2-AC\sin^2\vartheta}}{AC^2-r^2}$$

$$=\frac{ii'ds'C}{AC^2}\cdot\tfrac{1}{4}\frac{r^2}{AC^2}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\quad(4)$$

Nach diesen vorläufigen Untersuchungen sey nun Fig. 9 Taf. V $\angle HCB=\eta$, so zerlegt sich das Element H des Kreises um B einmal senkrecht zu CH als $CHd\eta$ und zweitens nach CH als dCH; dasselbe geschieht mit den übrigen Elementen des Kreises. Der galvanische Strom gehe von A nach $HIDMK$ mit i' Intensität, und $AB=r'$ sey wiederum sehr klein gegen CB. Die Wirkung der beiden Elemente $CHd\eta$ und $CId\eta$ zusammen auf den Kreis um C ist nach (1):

$$=ii'C\left[\frac{CHd\eta}{CH^3}-\frac{CId\eta}{CI^3}+\tfrac{7}{8}r^2\left(\frac{CHd\eta}{CH^5}-\frac{CId\eta}{CI^5}\right)\right],$$

also vom ganzen Kreise um B parallel zu CB gelegt:

$$=2ii'C\int\cos\eta\,d\eta\left[\frac{CI^2-CH^2}{CI^2\,.\,CH^2}+\tfrac{7}{8}r^2\,\frac{CI^4-CH^4}{CI^4\,.\,CH^4}\right],$$

integrirt von $CB\sin\eta=0$ bis r'. Aber:

$$CI^2\,.\,CH^2=CB^4-2CB^2r^2\,,$$

$$CI^2-CH^2=4CL\,.\,HL=4CB\cos\eta\sqrt{r'^2-CB^2\sin^2\eta},$$

folglich:

$$\int\cos\eta\,d\eta\,\frac{CI^2-CH^2}{IC^2\,.\,CH^2}$$

$$=\left(\frac{1}{CB^4}+\frac{2r'^2}{CB^6}\right)\int 4CB\cos^2\eta\,d\eta\sqrt{r'^2-CB^2\sin^2\eta}$$

$$=\left(\frac{1}{CB^4}+\frac{2r'^2}{CB^6}\right)\left(r'^2\pi-\tfrac{1}{8}\frac{r'^4\pi}{CB^6}\right)$$

$$=\frac{r'^2\pi}{CB^4}\left(1+\tfrac{15}{8}\frac{r'^2}{CB^2}\right)=\frac{C'}{CB^4}\left(1+\tfrac{15}{8}\frac{r'^2}{CB^2}\right),$$

wo $C'=r'^2\pi$. Und:

$$\int \cos\eta\, d\eta \,.\, \tfrac{7}{8} r^2 \frac{CI^4 - CH^4}{CI^4 \,.\, CH^4}$$

$$= \tfrac{7}{8} r^2 \int \cos\eta\, d\eta \frac{8\, CB^3 \cos^3\eta \sqrt{r'^2 - CB^2 \sin^2\eta}}{CB^8}$$

$$= \frac{7 r^2}{CB^5} \int \cos^4\eta\, d\eta \sqrt{r'^2 - CB^2 \sin^2\eta}$$

$$= \tfrac{7}{4} \frac{r^2 r'^2 \pi}{CB^6} = \tfrac{7}{4} r^2 \frac{C'}{CB^6}.$$

Also beides zusammengenommen wird:

$$2ii'C \int \cos\eta\, d\eta \left(\frac{CI^2 - CH^2}{CI^2 \,.\, CH^2} + \tfrac{7}{8} r^2 \frac{CI^4 - CH^4}{CI^4 \,.\, CH^4} \right)$$

$$= \frac{2ii'CC'}{CB^4} \left(1 + \tfrac{15}{8} \frac{r'^2}{CB^2} + \tfrac{7}{4} \frac{r^2}{CB^2} \right) \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Dieselben Elemente $CHd\eta$ und $CId\eta$ üben ferner nach (2) eine Anziehung auf den Kreis um C:

$$= -kii'C \left[\frac{CHd\eta}{CH^3} - \frac{CId\eta}{CI^3} + \tfrac{5}{8} r^2 \left(\frac{CHd\eta}{CH^5} - \frac{CId\eta}{CI^5} \right) \right],$$

und so ist die Wirkung des ganzen Kreises um B auf den um C nach CB:

$$= -2kii'C \int \cos\eta\, d\eta \left[\frac{CI^2 - CH^2}{CI^2 \,.\, CH^2} + \tfrac{5}{8} r^2 \frac{CI^4 - CH^2}{CI^4 \,.\, CH^4} \right]$$

$$= -\frac{2kii'CC'}{CB^4} \left(1 + \tfrac{15}{8} \frac{r'^2}{CB^2} + \tfrac{5}{4} \frac{r^2}{CB^2} \right) \ldots\ldots\ldots (II)$$

Nach (3) geben die Elemente dCH und dCI dem Kreise um C eine Richtung nach CF, nämlich senkrecht zu CH, und die Elemente der unteren Kreishälfte, z. B. dCK und dCM treiben den Kreis um C senkrecht zu CK nach CE; hieraus erwächst eine gegenseitige Anziehung der beiden Kreise nach CB:

$$=2kii'C\int\left[\frac{dCH}{CH^3}-\frac{dCI}{CI^3}\right.$$
$$\left.+\tfrac{5}{8}r^2\left(\frac{dCH}{CH^5}-\frac{dCI}{CI^5}\right)\right]\sin\eta$$
$$=2kii'C\int\left[\frac{2CB^6\cos^4\eta\sin^2\eta\, d\eta}{\sqrt{r'^2-CB^2\sin^2\eta}}\left(\frac{1}{CB^6}+\frac{3r'^2}{CB^8}\right)\right.$$
$$\left.+\tfrac{5}{8}r^2\cdot\frac{2CB^2\sin^2\eta\cos\eta\, d\eta}{CB^5\sqrt{r'^2-CB^2\sin^2\eta}}\right]$$
$$=\frac{2kii'CC'}{CB^4}\left(\tfrac{1}{2}+\tfrac{15}{16}\frac{r'^2}{CB^2}+\tfrac{5}{16}\frac{r^2}{CB^2}\right)\;\ldots\ldots\;\text{(III)}$$

Eben diese Elemente geben nach (4) eine ähnliche Bewegung des Kreises um C, und daraus folgt eine Anziehung beider Kreise nach CB:

$$=\frac{2ii'r^2C}{CB^5}\int(dCH-dCI)\sin\eta$$
$$=\tfrac{1}{4}\frac{ii'r^2CC'}{CB^6}=\frac{2ii'CC'}{CB^4}\cdot\tfrac{1}{8}\frac{r^2}{CB^2}\;\ldots\ldots\;\text{(IV)}$$

Nehmen wir die gefundenen vier Gleichungen zusammen, so finden wir die Anziehung zweier in derselben Ebene befindlichen Kreise, bei einer Entfernung ihrer Mittelpunkte $=CB=R$, und sofern sie von entgegengesetzten galvanischen Ström'en durchflossen werden:

$$=\frac{(2-k)ii'CC'}{R^4}\left[1+\tfrac{15}{8}\frac{r'^2}{R^2}+\tfrac{15}{8}\frac{r^2}{R^2}\right]\;\ldots\ldots\;\text{(A)}$$

Auf dieselbe Weise wollen wir die Anziehung ermitteln, welche zwei parallele, senkrecht über einander gelegte Kreise hervorbringen, wenn sie vom Galvanismus in derselben Richtung mit ii' Intensität durchströmt werden. Es sey, Fig. 10 Taf. V, $A=ds$ ein Element des oberen Kreises vom Radius r', CF der Radius des unteren $=r$, und beide seyen wie oben gegen AB sehr klein. Die Projection von A falle nach B, so daſs $CB=r'$, $\angle CBk=\vartheta$, so ist zuerst die Anziehung von ds' auf die Elemente bei H und bei I, als $BHd\vartheta$ und $BId\vartheta$ genommen, wenn sie parallel zu AB zerlegt wird:

$$=ii'ds'\cos\vartheta\left[\frac{BHd\vartheta}{AH^2}\cdot\frac{AB}{AH}-\frac{BId\vartheta}{AI^2}\cdot\frac{AB}{AI}\right],$$

also auf den ganzen Kreis:

$$=2ii'ds'AB\int\cos\vartheta\, d\vartheta\left(\frac{BH}{AH^3}-\frac{BI}{AI^3}\right),$$

integrirt von $\vartheta=0°$ bis $90°$.

Nun ist:

$$\frac{BH}{AH^3}-\frac{BI}{AI^3}=-\frac{BI-BH}{AB^3}+\tfrac{3}{2}\frac{BI^3-BH^3}{AB^5}$$
$$-\tfrac{15}{8}\frac{BI^5-BH^5}{AB^7},$$

und:

$$BI=\sqrt{r^2-r'^2\sin^2\vartheta}+r'\cos\vartheta,$$
$$BH=\sqrt{r^2-r'^2\sin^2\vartheta}-r'\cos\vartheta,$$

also ist:

$$2ii'ds'AB\int\cos\vartheta\, d\vartheta\left(\frac{BH}{AH^3}-\frac{BI}{AI^3}\right)$$
$$=2ii'ds'\int\Big[-\frac{2r'\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^2}$$
$$+\frac{9r^2r'\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^4}-\frac{9r'^3\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^4}$$
$$+\frac{12r'^3\cos^4\vartheta\, d\vartheta}{AB^4}-\tfrac{15}{8}\Big(\frac{10r^4r'\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}$$
$$-\frac{20r^2r'^3\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}+\frac{10r'^5\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}$$
$$+\frac{40r^2r'^3\cos^4\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}-\frac{40r'^5\cos^4\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}$$
$$+\frac{32r'^5\cos^6\vartheta\, d\vartheta}{AB^6}\Big)\Big]=\frac{ii'ds'}{AB^2}\Big[-r'\pi$$
$$+\tfrac{9}{2}\frac{r^2r'\pi}{AB^2}-\tfrac{75}{8}\frac{r^4r'\pi}{AB^4}-\tfrac{75}{8}\frac{r^2r'^3\pi}{AB^4}\Big]\quad\ldots(1)$$

Die Anziehung von ds auf die Elemente bei H und bei I, als dBH und dBI genommen, und wenn sämmtliche Elemente senkrecht auf die Verbindungslinie gebracht werden, ist parallel zu AB:

$$=ii'ds'\sin\vartheta\frac{AB}{AH}\cdot\frac{dBH}{AH^2}\cdot\frac{AB^2}{AH^2}$$

$$-ii'ds'\sin\vartheta\frac{AB}{AI}\cdot\frac{dBI}{AI^2}\cdot\frac{AB^2}{AI^2},$$

also auf den ganzen Kreis um C:

$$=2ii'ds'\int\sin\vartheta\left[\frac{d\cdot BH.AB^3}{AH^5}-\frac{dBI.AB^3}{AI^5}\right],$$

integrirt wie vorhin:

$$=2ii'ds'\int\sin\vartheta\left[dBH\left(\frac{1}{AB^2}-\tfrac{5}{2}\frac{BH^2}{AB^4}\right.\right.$$

$$\left.+\tfrac{35}{8}\frac{BH^4}{AB^6}\right)-dBI\left(\frac{1}{AB^2}-\tfrac{5}{2}\frac{BI^2}{AB^4}\right.$$

$$\left.\left.+\tfrac{35}{8}\frac{BI^4}{AB^6}\right)\right]=\frac{ii'ds'}{AB^2}\left[r'\pi-\tfrac{5}{2}\frac{r^2r'\pi}{AB^2}\right.$$

$$\left.+\tfrac{35}{8}\frac{r^2r'^3\pi}{AB^4}+\tfrac{35}{8}\frac{r^4r'\pi}{AB^4}\right]\quad\ldots\ldots\quad(2)$$

Endlich geben dieselben Elemente, längs AH und AI zerlegt, eine Anziehung nach AB:

$$=-kii'ds'\sin\vartheta\left(\frac{BH^2dBH}{AH^5}-\frac{BI^2dBI}{AI^5}\right)AB,$$

und auf den ganzen Kreis um C:

$$=-2kii'ds'\int\sin\vartheta AB\left(\frac{BH^2dBH}{AH^5}\right.$$

$$\left.-\frac{BI^2dBI}{AI^5}\right)=-\frac{kii'ds'}{AB^2}\left[\frac{r^2r'\pi}{AB^2}\right.$$

$$\left.-\tfrac{5}{2}\frac{r^2r'^3\pi}{AB^4}-\tfrac{5}{2}\frac{r^4r'\pi}{AA^4}\right]\quad\ldots\ldots\quad(3)$$

Integrirt man ds' auf den ganzen Kreis, dessen Radius $=r'$ und dessen Flächeninhalt $=r'^2\pi=C'$ so wie $r^2\pi=C$ ist, so geht in den Formeln (1), (2) und (3) ds' in $2r'\pi$ über, und die Gesammtanziehung auf einander ist:

$$=\frac{2ii'CC'}{AB^4}\left[2-k-5\frac{r'^2}{AB^2}-5\frac{r^2}{AB^2}+\frac{5k}{2}\,\frac{r'^2}{AB^2}\right.$$

$$\left.+\frac{5k}{2}\,\frac{r^2}{AB^2}\right],$$

oder wenn $AB=R$:

$$=\frac{(2-k)ii'CC'}{R^4}\left[2-\frac{5r'^2}{R^2}-\frac{5r^2}{R^2}\right]\ldots \text{(B)}$$

Ich habe in den beiden Hauptformeln (A) und (B) die Glieder mit $\frac{r^2}{R^2}$ und $\frac{r'^2}{R^2}$ entwickelt, um des gleichmäfsigen Fortschreitens gewifs zu seyn; bei der Anwendung auf Magnete können sie füglich übergangen werden. Da in beiden Formeln $(2-k)$ als Factor erscheint, so ist der Werth von k gleichgültig, und so werde ich der Kürze halber $(2-k)ii'=I$ setzen, so dafs wir für Kreise in derselben Ebene bei entgegengesetzten Strömen eine Anziehung $=\frac{ICC'}{R^4}\ldots(A')$, und für parallele und senkrecht über einander liegende Kreise bei gleichlaufenden Strömen und von derselben Intensität wie die vorigen eine Anziehung $=\frac{2ICC'}{R^4}\ldots(B')$ haben.

Jeden Magnetstab betrachten wir als eine Reihe galvanischer Kreise, welche senkrecht zur Axe stehen, und in welchen, wenn der Nordpol vom Beobachter abliegt, der galvanische Strom auf der vorliegenden Seite des Stabes von der Linken zur Rechten geht. Es seyen nun, Fig. 11 Taf. V $N'S'$ und NS zwei Magnetstäbe, welche in einer geraden Linie mit dem Nordpole $N'N$ nach derselben Seite zu liegen. Die galvanischen Kreise seyen im ersten $=C'$, im zweiten $=C$, die Längen $N'S'$ $=L'$ und $NS=L$, so ist ihre Wirkung auf einander: $=\iint\frac{2ICC'dL'dL}{AB^4}$, integrirt bis auf die Endpunkte der Stäbe N', S', N und S. Nun ist $dL'=dAB$, also:

$$\iint\frac{2ICC'dL'dL}{AB^4}=\iint\frac{2ICC'dLdAB}{AB^4}$$

$$=\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dL}{BS'^3}-\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dL}{BN'^3},$$

und da $dL=dBS'=dBN'$ ist:

$$= \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dBS'}{BS'^3} - \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dBN'}{BN'^3} = \tfrac{1}{3} \frac{ICC'}{S'N^2}$$
$$- \tfrac{1}{3} \frac{ICC'}{S'S^2} - \tfrac{1}{3} \frac{ICC'}{N'N^2} + \tfrac{1}{3} \frac{ICC'}{N'S^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (a)$$

In Fig. 12 liegen dieselben Magnetstäbe in einer Ebene senkrecht gegen einander, und zwar so, daſs NS verlängert nach N' trifft. Ihre Wirkung auf einander nach NS zerlegt, ist:

$$\left\{ \iint \frac{2IC'\frac{AN'}{BA}dL' \,.\, C\frac{BN'}{BA}dL}{BA^4} + \iint \frac{IC'\frac{BN'}{BA}dL \,.\, C\frac{AN'}{BA}dL}{BA^4} \right\} \frac{BN'}{BA}$$
$$= \iint \frac{3ICC'dLdL'AN'.BN'^2}{BA^6},$$

oder da $dL' = \frac{BA.dBA}{AN'}$ ist:

$$= \iint \frac{3ICC'dLBN'^2dBA}{BA^6} = \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBN'^2}{BN'^5}$$
$$- \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBN'^2}{BS'^5} = \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dL}{BN'^3}$$
$$- \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBN'^2}{BS'^5}.$$

Aber: $dL = dBN' = \frac{BS'dBS'}{BN'}$, und nehmen wir dazu $\frac{BN'}{BS'} = const = \cos n' = \cos n''$, wie es bei gröſseren Entfernungen der Fall ist, so haben wir:

$$\int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dL}{BN'^3} - \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBN'^2}{BS'^5}$$

$$= \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dBN'}{BN'^3} - \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'\cos n' dBS'}{BS'^3}$$

$$\left. \begin{array}{l} = \tfrac{3}{10} \dfrac{ICC'}{N'S^2} - \tfrac{3}{10} \dfrac{ICC'}{N'N^2} - \tfrac{3}{10} \dfrac{ICC'\cos n'}{S'S^2} \\ + \tfrac{3}{10} \dfrac{ICC'\cos n''}{S'N^2} \end{array} \right\} \quad (b)$$

Ist $\frac{BN'}{BS'}$ nicht $= const.$, so wird:

$$-\int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBN'^2}{BS'^5} = -\int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dBS'\sqrt{BS'^2 - N'S'^2}}{BS'^4}$$

$$= -\tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n'}{S'S^2} + \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n''}{S'N^2} + \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n'}{N'S'^2}$$

$$- \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n''}{N'S'^2}.$$

Endlich liegen, Fig. 13 Taf. V, die beiden Magnetstäbe parallel neben einander. Ihre Wirkung auf einander nach BD zerlegt, ist:

$$\iint \frac{-2IC\frac{AC}{BA}dL \,.\, C'\frac{AC}{BA}dL'}{BA^4} \cdot \frac{AC}{BA}$$

$$+ \iint \frac{IC\frac{BC}{BA}dL \,.\, C'\frac{BC}{BA} \,.\, dL'}{BA^4} \cdot \frac{AC}{BA}.$$

Nun ist:

$$\iint \frac{2ICC'dLdL'AC^3}{BA^7} = \iint \frac{2ICC'dLdBA \,.\, AC^2}{BA^6}$$

$$= \iint \frac{2ICC'dLdBA(BA^2 - BC^2)}{BA^6}$$

$$= \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dL}{BN^3} - \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dL}{BS'^3} - \int \tfrac{2}{5} \frac{ICC'dLBC^2}{BN'^5}$$

$$+ \int \tfrac{2}{5} \frac{ICC'dLBC^2}{BS'^5},$$

und:

$$\iint \frac{ICC'dLdL'.BC^2.AC}{BA^7} = \iint \frac{ICC'dL.BC^2.dBA}{BA^6}$$

$$= -\int \tfrac{1}{5} \frac{ICC'dLBC^2}{BN'^5} + \int \tfrac{1}{5} \frac{ICCdLBC^2}{BS'^5}.$$

Also zusammen:

$$-\int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBC^2}{BN'^5} + \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'dLBC^2}{BS'^5}$$

$$+\int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dL}{BN'^3} - \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dL}{BS'^3}$$

$$= -\int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'BC^2dBN'}{BN'.BD} + \int \tfrac{3}{5} \frac{ICC'BC^2dBS'}{BS'^4.BE}$$

$$+\int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dBN'}{BN'^2.Bd} - \int \tfrac{2}{3} \frac{ICC'dBS'}{BS'^2.BE}$$

$$= + \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n'}{SN'^2} - \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n''}{N'N^2}$$

$$- \tfrac{4}{15} \frac{ICC'\cos n'}{BC^2} + \tfrac{4}{15} \frac{ICC'\cos n''}{BC^2}$$

$$- \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos s''}{S'N^2} + \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos s'}{S'S^2}$$

$$+ \tfrac{4}{15} \frac{ICC'\cos s''}{BC^2} - \tfrac{4}{15} \frac{ICC'\cos s'}{BC^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} = \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n'}{SN'^2} - \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos n''}{N'N^2} \\ - \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos s''}{S'N^2} + \tfrac{1}{5} \frac{ICC'\cos s'}{S'S^2} \end{array} \right\} \quad (c)$$

so fern die Entfernung der beiden Magnete von einander beträchtlich genug ist, um $\cos n' = \cos n''$ und $\cos s' = \cos s''$ zu setzen.

Die drei Formeln (a), (b) und (c) entsprechen in ihrer Form den bekannten Gesetzen der magnetischen Wirkungen, aber ihre Coëfficienten sind $\frac{1}{5}$, $\frac{3}{10}$, und $\frac{1}{5}$, also ungleich, statt dafs sie übereinstimmen sollten. Setzt man in (A) den Coëfficient $= a'$ und in (B) $= b'$, so werden die Coëfficienten in den Gleichungen (a), (b), (c)

$=\frac{b'}{6}$, $\frac{a'+b'}{10}$ und $\frac{a'+b'}{15}$, bleiben also, was man auch für Werthe von a' und b' annehmen wollte, das heifst, welche gegenseitige Wirkungen man auch den galvanischen Elementen beilegen wollte, jedesmal ungleich.

Noch bedenklicher wird das Resultat, wenn wir auf die Schwingungszeiten einer und derselben Nadel bei verschiedenen Entfernungen von einem anderen Magnete achten. Als den einfachsten Fall nehme ich in Fig. 11 Taf. V $NS=L$ als die um ihren Mittelpunkt C bewegliche Nadel. Nun verhalten sich die Quadrate der Schwingungszeiten, zunächst für unendlich kleine Schwingungsbogen, bei verschiedenen Entfernungen umgekehrt wie die statischen Momente; für die gegebene Lage haben wir aber das statische Moment:

$$=\iint\frac{2ICC'dLdL'}{BA^4}\times CB=\iint\frac{2ICC'dLdBA}{BA^4}\times CB$$

$$=\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dL}{BS'^3}\times CB-\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dL}{BN'^3}\times CB$$

$$=\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dBS'}{BS'^3}(S'C-BS')$$

$$-\int\tfrac{2}{3}\frac{ICC'dBN'}{BN'^3}(N'C-BN')$$

$$=\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'N^2}.S'C-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'S^2}.S'C-\tfrac{2}{3}\frac{ICC'}{S'N}+\tfrac{2}{3}\frac{ICC}{S'S}$$

$$-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'N^2}.N'C+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'S^2}.N'C+\tfrac{2}{3}\frac{ICC'}{N'N}-\tfrac{2}{3}\frac{ICC'}{N'S}$$

$$=\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'N^2}.\tfrac{1}{2}L+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'S^2}.\tfrac{1}{2}L-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'N}+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'S}$$

$$-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'N^2}.\tfrac{1}{2}L-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'S^2}.\tfrac{1}{2}L+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'N}-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{N'S}.$$

Ist $S'N$ gegen L sehr grofs oder sind die Magnete weit von einander entfernt, so wird unsere Formel:

$$=\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{(S'C-\tfrac{1}{2}L)^2}\cdot\tfrac{1}{2}L+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{(S'C+\tfrac{1}{2}L)^2}\cdot\tfrac{1}{2}L$$

$$-\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'C-\tfrac{1}{2}L}+\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'C+\tfrac{1}{2}L},$$

und ähnlich für den Pol N', $=\tfrac{1}{3}\frac{ICC'}{S'C^4}L^3$. Demgemäfs sind die Quadrate der Schwingungszeiten bei gröfseren Entfernungen den Biquadraten der Entfernungen proportional, statt den Quadraten. Diefs Resultat war in so weit vorauszusehen, als bei gröfseren Entfernungen sämmtliche galvanischen Kreise des beweglichen Magneten ziemlich mit gleicher Kraft nach derselben Seite gezogen werden, und demnach eine Schwingung unmöglich ist.

Am auffallendsten ist das Resultat, wenn wie in Fig. 14 Taf. V ein Magnet NS quer vor einem anderen $N'S'$ liegt, und man auf die Drehung des ersteren um seinen Mittelpunkt C achtet. Nach unseren Formeln ist das Drehungsmoment, positiv genommen nach der Richtung von N nach N' zu, von der Hälfte CN:

$$=\iint\frac{2IC\frac{CB}{AB}dL\,.\,C'\frac{AC}{AB}dL}{AB^4}\cdot\frac{AC}{AB}\times BC$$

$$+\iint\frac{IC\frac{AC}{AB}dL\,.\,C'\frac{CB}{AB}dL}{AB^4}\cdot\frac{AC}{AB}\times BC$$

$$=\iint\frac{3ICC'dL\,AC^2\,dAC}{AB^7}\times BC^2$$

$$=\iint 3ICC'dL\,AC^2\,dAC\left[\frac{1}{AC^7}-\tfrac{7}{2}\frac{BC^2}{AC^9}\right.$$

$$\left.+\frac{7.9}{2^2.2}\frac{BC^4}{AC^{11}}-\frac{7.9.11}{2^3.2.3}\frac{BC^6}{AC^{13}}\dots\right]BC^2$$

in sofern wir der Leichtigkeit wegen BC stets sehr klein nehmen wollen:

$$=\int 3ICC' dL\left[\frac{1}{4}\frac{1}{CN'^4}-\frac{7}{2.6}\frac{CB^2}{CN'^6}+\frac{7.9}{2^2.2.8}\frac{CB^4}{CN'^8}-\frac{7.9.11}{2^3.2.3.10}\frac{CB^6}{CN'^{10}}\right]BC^2,$$

wobei nur auf den einen Pol N' Rücksicht genommen ist:

$$=\int 3ICC' dBC\left[\frac{1}{4}\frac{1}{CN'^4}-\frac{7}{2.6}\frac{CB^2}{CN'^6}+\ldots\right]BC^2$$

$$=3ICC'\left[\frac{1}{3.4}\frac{CN^3}{CN'^4}-\frac{7}{2.5.6}\frac{CN^5}{CN'^6}+\frac{9}{2^2.2.8}\frac{CN^7}{CN'^8}-\frac{7.11}{2^3.2.3.10}\frac{CN^9}{CN'^{10}}+\frac{7.9.13}{2^4.2.3.4.12}\frac{CN^{11}}{CN'^{12}}-DC\right].$$

Setzen wir für einen speciellen Fall $CN=CN'$, so ist jeder positive Werth gröfser, als der ihm vorhergehende negative, und das ganze Resultat ist positiv, nämlich: $>\frac{1}{4}\frac{ICC'}{CN'}$. Die andere Seite des Magneten SN von C nach S wird von einer gleichen Kraft rückwärts vom Magneten $N'S'$ gestofsen, und so haben wir einen Fall, wo die Nordpole zweier Magnete sich anziehen [1]).

1) Nicht zu übersehen ist, dafs die obigen Resultate nur mit Zugrundlegung von Hrn. Ampère's älterer, von diesem selbst schon als ungenügend erkannter Hypothese, aufgefunden worden sind, und dafs sie demnach über die Frage, ob die spätere Vorstellung dieses Physikers, nach welcher jedes Theilchen des Magneten der Mittelpunkt eines auf der Magnetaxe senkrechten galvanischen Kreises ist, den Erscheinungen vollkommen entspreche, keinen Aufschlufs geben. Die Zulässigkeit dieser späteren Hypothese ist oft bezweifelt, aber niemals gründlich geprüft, und selbst Hr. Ampère hat in einem neueren Aufsatze (*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII p.* 113) das Problem der Wirkung zwischen einem Magneten und dem Schliefsdraht einer voltaschen Säule nicht eigentlich im Sinne seiner Hypothese gelöst, ohne Zweifel der damit verknüpften Schwierigkeiten wegen. Es wäre daher immer noch ein Verdienst, die Hauptfolgerungen aus dieser neueren Hypothese streng zu entwickeln, denn nur erst dann ist man im Stande ein begründetes Urtheil über ihren Werth zu fällen. *P.*

VII. *Der Spitzenanker, ein zur Erzeugung magneto-elektrischer Funken überaus geeigneter Apparat, nebst einigen damit angestellten Versuchen; von Rudolph Böttger.*

Dem bei einem Magnete zur Hervorrufung des elektrischen Funkens dienenden Anker hat man seither, um eines sicheren Erfolges gewifs zu seyn, die mannigfaltigsten Formen gegeben. Wenn nun zwar nicht in Abrede gestellt werden kann, dafs die Form des Ankers zu einer leichten Erzeugung des Funkens mehr oder weniger beitrage, so darf doch auch auf der andern Seite keineswegs vergessen werden, dafs der in spiralförmigen Windungen den Anker umgebende, mit Seide umsponnene Kupferdraht es ist, auf welchem in dieser Beziehung unsere Aufmerksamkeit ganz besonders gerichtet werden müsse. Um zu sehen, welcher von den bisher von den Physikern in Vorschlag gebrachten und empfohlenen Apparate zur Erzeugung des Funkens sich wohl am besten eigene, stellte ich verschiedene Versuche an, wobei ich zugleich einige höchst interessante, auffallende Erscheinungen, welche leicht geeignet seyn möchten, die Physiker zu noch anderweitigen Versuchen aufzufordern, wahrzunehmen Gelegenheit hatte. Ohne mich jedoch hier weitläuftig auf eine theoretische Erklärung derselben einlassen zu wollen, sey mir nur vorerst in gegenwärtigen Zeilen erlaubt, ganz in der Kürze die wenigen, treu gesammelten Thatsachen mitzutheilen, vielleicht, dafs späterhin, nach Zusammenstellung von noch mehreren Anderen, eine genügendere Erklärung, als es gegenwärtig möglich seyn möchte, wird gegeben werden können.

Bei meinen, die Erzeugung elektrischer Funken betreffenden Versuchen stellte ich mir die Frage, ob sich

wohl *mehrere Funken auf einmal* mittelst des mit Kupferdraht spiralförmig umwundenen Ankers möchten hervorlocken lassen? Ich richtete in dieser Absicht mehrere Anker vor, und fand, dafs unter diesen folgender meinen Erwartungen vollkommen entsprach, und gewifs allen anderen vorgezogen zu werden verdient. Der Kürze wegen habe ich ihn *Spitzenanker* genannt, und ihn in Fig. 17 Taf. VI in seiner Zusammensetzung bildlich dargestellt. *ac, ac* sind die zwei, aus einem einzigen Stück weichen Eisens genau gearbeiteten, in ihrem Mittelpunkte durch eine walzenförmig abgedrehte, ziemlich dünne Axe verbundene Würfel, deren Seitenflächen jede $1\frac{1}{4}$ Par. Zoll in's Gevierte betragen [1]). Um die, beide Würfel mit einander verbindende Axe schlinge ich, in ungefähr 160 Windungen, den $\frac{2}{3}$ Linien [2]) im Durchmesser haltenden, gut mit Seide umsponnenen Kupferdraht, entblöfse seine nach unten zu gekrümmten Enden ungefähr bis auf 4 Zoll, und befestige sie, um das etwaige Lockerwerden der ganzen Spirale zu verhüten, und die Enden stets in derselben Lage, welche die Figur zeigt, zu erhalten, da, wo die Seide aufhört, mit einer dünnen Schnur an der inwendigen Seite der Würfel, bringe hierauf bei dem längeren, unten etwas gekrümmten Drahtende *o* durch mehrfaches Umschlagen etliche 20 Spitzen *ganz feinen* übersilberten Kupferdrahtes, womit man gewöhnlich die D-Saiten der Guitarren zu umspinnen pflegt, an, schneide

1) Streng genommen, richtet sich die Flächengröfse der Würfel nach der Breite (nicht nach der Dicke) des zu dem Versuche dienenden Magneten. So breit nämlich die Stahllamellen des Magneten sind, eben so breit und lang pflege ich gewöhnlich auch die Flächen der Würfel einzurichten, und gebe ihnen genau dieselbe Entfernung, in welcher die beiden Pole des Magneten zu einander stehen.

2) Mit einem schwächeren Drahte habe ich dem Magneten zwar gleichfalls Funken entlockt, aber sie waren ihres schwachen Lichtes wegen mit den mittelst obigen Drahtes erzeugten gar nicht zu vergleichen.

[redacted]

diese in einer Länge von ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll ab, und biege sie zuletzt so, dafs sie genau die polirte, der Gröfse und Gestalt nach einem Pfennige ganz ähnliche Kupferplatte *ii* [1]) *schwach berühren.*

Mit einem auf diese Weise vorgerichteten Anker, bei welchem die kleinen büschelförmig an einander gereiheten Spitzen *genau in horizontaler Linie* die Kupferplatte *schwach berühren*, habe ich jedesmal *mehrere* überaus helle Funken *auf einmal*, sowohl bei dessen Anlegen als Abreifsen von einem kräftigen, ungefähr 50 bis 60 Pfund tragenden Magneten [2]), auf der kleinen Kupferplatte entstehen und diesen Versuch *nie* fehlschlagen sehen. Bei einiger Uebung wird man gewifs sehr leicht die gehörige Richtung auffinden, in welcher die Spitzen auf die Kupferplatte zu biegen und aufzusetzen sind.

Eine mich und gewifs jeden anderen für magnetoelektrische Erscheinungen sich Interessirenden nicht minder überraschende Erscheinung, wo sich vermittelst des Spitzenankers, auch *ohne solchen von den Polen des Magneten abzuziehen*, in ununterbrochener Folge schwache Funken erzeugen lassen, sieht man bei Beachtung folgenden Verfahrens entstehen. Man setze den Anker auf die beiden Pole des Magneten, und ertheile ihm, indem man seine beiden Würfel mit den Händen erfafst, durch *überaus schnelles* Hin- und Herneigen der Kanten *aa* nach *cc* eine *schaukelnde* Bewegung. Sind die Spitzen des Ankers hiebei in der oben beschriebenen gehörigen Lage, so bemerkt man auf der kleinen Kupfer-

1) Mein zu diesem und den folgenden Versuchen dienender Magnet ist ein aus drei gleichschenklichen Lamellen zusammengesetzter, dessen Pole kaum zwei Zoll von einander entfernt stehen.

2) Die kleine Kupferplatte amalgamirte man bisher wohl auch nicht selten, um eine recht blanke Oberfläche zu erhalten, es erscheint diefs jedoch, einiger Unbequemlichkeiten, die damit gleichzeitig verbunden sind, gar nicht zu gedenken, ganz überflüssig; man sorge nur für eine recht blank polirte Oberfläche.

platte, besonders im Dunkeln, ein fortwährendes Entstehen und Verschwinden kleiner, überaus hellleuchtender Fünkchen.

Ueberrascht es nun schon, elektrische Funken bei *geschlossenem* Magnete wahrzunehmen, so mufs diefs noch weit mehr der Fall seyn bei einem *nicht geschlossenen* Magnete. In der That bemerkt man auf der kleinen Kupferplatte ganz helle Funken, wenn man den Spitzenanker bei einem seiner Würfel ergreift, und den andern Würfel etwas stark gegen *irgend einen* der Pole des Magneten anschlägt.

Ich schliefse diese wenigen Zeilen mit dem Wunsche, dafs doch alle die, denen kräftige Magnete zu Gebote stehen, obige Versuche noch weiter zu verfolgen sich geneigt fühlen möchten.

Gut Beuren bei Heiligenstadt,
den 10. März 1835.

VIII. *Nachträgliche Bemerkung in Betreff des magneto-elektrischen Apparats; von G. F. Pohl;*

Ein zweites und drittes Exemplar, die später nach dem Muster des von mir in Bd. XXXIV S. 185 dieser Annalen beschriebenen Apparats von demselben dort genannten Künstler schon auf Bestellung verfertigt worden sind, veranlassen mich, noch durch eine zweckmäfsige Abänderung, welche dabei vorgenommen worden, aus Rücksicht auf Freunde der Physik, welche gleiche Apparate anfertigen zu lassen wünschen und von dieser Aenderung mit Vortheil Gebrauch machen möchten, zu der folgenden nachträglichen Mittheilung über den Gegenstand. Sie betrifft vornehmlich den Mechanismus, durch welchen

die Gyrotrope in Bewegung gesetzt werden. Statt des bei dem zuerst angefertigten Apparat gebrauchten Getriebes ist bei den späteren blofs eine Scheibe, welche sich neben der Gyrotropenstange an dem einen Ende derselben befindet, zu jener Bewegung angewandt worden. Diese Scheibe liegt in einer Ebene, welche durch den Endpunkt der Gyrotropenstange senkrecht gegen diese hindurchgeht. Sie hat in ihrem Umfange vier halbkreisförmig begränzte Vertiefungen, abwechselnd mit eben so viel zwischen ihnen befindlichen gleichen Erhöhungen. An dem Ende der Gyrotropenstange ist ein durch eine Stahlfeder gebildeter Arm befestigt, der mit seinem anderen Ende so gegen den Umfang der Scheibe gerichtet ist, dafs er vermöge des Federdrucks in die Vertiefungen eben sowohl eingreift, als er über die Erhöhungen des Scheibenrandes hinweggleitet, wenn man die Scheibe um ihre Axe bewegt, und eben damit wird bei einer einmaligen Umdrehung der Scheibe die Stange mit den Gyrotropen acht Mal hinter einander in die erforderliche abwechselnde Lage gebracht. Aufserdem dafs diese Einrichtung einfacher ist, gewährt sie auch den Vortheil, dafs das Geräusch, welches sonst durch ein anderes Getriebe bei der raschen Bewegung der Gyrotrope bewirkt wird, beträchtlich vermieden ist. Bedeckt man die Stellen, wo die Enden der Gyrotropenbügel aufschlagen, mit Scheiben von Leder, Kork oder dergleichen, welche auf der Oberfläche kleine amalgamirte Metallplättchen tragen, die durch etwas Quecksilber am Rande mit der Grundplatte in Verbindung stehen, so ist das Geräusch ganz beseitigt. Noch verdient bemerkt zu werden, dafs es vortheilhaft ist, die vier Metallnäpfe der Gyrotrope auf Erhöhungen anzubringen, um den eintauchenden Metallfassungen nur eine möglichst geringe Länge, und damit so wenig Raum und Geschwindigkeit als nur möglich bei ihrer Bewegung zu verstatten, damit das Umherspritzen

des Quecksilbers aus den Mittelnäpfen oder die sonst dagegen erforderliche Vorkehrungen vermieden werden [1]) [2]).

IX. *Beobachtungen über die atmosphärische Elektricität.*

Ein Ungenannter in Liverpool hat auf dem zuerst von Colladon (Ann. Bd. VIII S. 349) eingeschlagenen Weg eine Reihe von Beobachtungen über die Einwirkung der atmosphärischen Elektricität auf eine Magnetnadel angestellt, und er empfiehlt eine solche Vorrichtung als sehr zweckmäſsig, da sie durch den Sinn, in welchem die Nadel abgelenkt wird, sogleich die Art der Elektricität angiebt. Seine Vorrichtung weicht nur in sofern von der Colladon'schen ab, als die hölzerne Auffangstange mit einem Draht versehen (spiralförmig umwickelt) ist, der sich oben in *vielen* Spitzen endigt (Athenaeum, 1834, No. 353). — Colladon's Auffangstange war nur mit zwei Spitzen versehen.

1) Ich ergreife noch diese Gelegenheit, die Leser meines ersten Aufsatzes zu bitten, unter mehreren darin stehen gebliebenen Druckfehlern besonders die folgenden gefälligst ändern zu wollen:

Seite 187	Zeile 20	Kopfschraube für Kupferschraube.
- 188	- 3	um für an.
- -	- 10	umtreibt für eintreibt.
- -	- 24	Mittelnäpfe für Mittelfläche.
- 190	- 5	v. unten, um für eine.
- -	- 10	v. u. jener für seiner.
- -	- 13	v. u. Trogapparate für Tragapparate.

2) Nicht unpassend möchte es seyn, hier auch zu erwähnen, daſs der Mechanikus Saxton in London eine magneto-elektrische Maschine verfertigt hat, die in sofern alle bisher bekannten übertrifft, als sie selbst Platindraht zum Glühen bringt. Es rotirt dabei nicht der Hufeisenmagnet, sondern der Anker; sonst ist über ihre Construction bis jetzt nichts bekannt gemacht. (Turner's *Elements of chemistry*. 5*th Edit. p.* 185.) *P.*

[redacted]

X. *Darstellung und Entwicklung der Krystallverhältnisse vermittelst einer Projectionsmethode;*

von Aug. Quenstedt.

Die graphische Methode des Hrn. Prof. Neumann hat im Allgemeinen bei dem gelehrten krystallographischen Publicum geringeren Eingang gefunden, als man von einer so grofsen Erscheinung hätte erwarten sollen. Wie höchst wichtig diese Darstellung für die Einsicht in den Zusammenhang der Glieder eines Krystalls ist, kann wohl kaum dem Geübteren entgehen; ja man sollte glauben, dafs diese Wichtigkeit Jeden nöthigen müfste, an die Stelle aller anderen Betrachtungen unverzüglich diese zu setzen. Und dennoch sehen wir in den verschiedenen krystallographischen Lehrbüchern ihrer kaum erwähnt! Man hält nur abstracte mathematische Formeln fest, und glaubt durch Theorien das Gebiet der Krystallographie zu erweitern, unbekümmert um die Anschauung der Totalformen. Ein Hauptgrund liegt wohl in der Unbekanntschaft mit jenen Neumann'schen Arbeiten, in welche tiefer einzudringen sich in der That uns manche Schwierigkeiten entgegenstellen; ein anderer darin, dafs Viele gleich im Voraus durch die Complicität der Figuren zurückgeschreckt werden, ohne zu bedenken, dafs dieser Fehler nicht auf den Entdecker, sondern auf die Natur selbst zurückfällt. Die Natur ist nun einmal nicht so einfach in ihrer Erscheinung, so wie man sonst von ihr rühmen hört. Sie giebt uns ein zusammengesetztes Bild, welches zu entziffern die Aufgabe des Naturforschers ist.

Haüy und sein Vorgänger Romé de Lisle sahen in den Gliedern des Krystalls zuerst einen gesetzmäfsi-

gen Zusammenhang. Doch die ganze Betrachtungsweise konnte erst wahrhaft naturgemäfs genannt werden, als der Hr. Prof. Weifs durch die Auffindung der Zonen, und durch die Zurückführung der Glieder des Krystalls auf Richtungen, nicht nur der Wissenschaft einen neuen und bei weitem gröfseren Impuls gab, sondern sie auf lange Zeit, möchte ich sagen, abschlofs, um in ihr alle die Verhältnisse an's Licht zu ziehen, wozu uns jene grofsen Gesetze die Mittel bieten. Der Entdecker selbst hatte die schwierigsten und bis dahin noch nicht enträthselten Systeme auf die lichtvollste Weise entwickelt, und sein würdiger Schüler Neumann wufste durch seine graphische Methode alle diese verschiedenen Glieder in einem Totalbilde dem Auge vorzustellen. Mag es aber ein Vorzug oder ein Mangel seyn, was ich nicht zu entscheiden wage, dafs sie an die Stelle der Flächen ihre Senkrechten setzt, so ist doch der Weg auf jeden Fall indirect. Handelte es sich aber um ein Totalbild sämmtlicher Glieder, wie es auf die unmittelbarste Weise in die Erscheinung tritt, so gab der reichhaltige Stoff der academischen Abhandlungen meines verehrten Lehrers einen so unerwartet nahen Weg an die Hand, dafs man ihn vielmehr einen längst gefundenen, als einen unbekannten nennen möchte. Denn das Princip steht in jenen Schriften nicht nur ausgesprochen, sondern die ganze Art und Weise der Rechnung sind eine stete Anwendung desselben [1]). Der ungetheilte Beifall, dessen sich diese Darstellung von Seiten des Hrn. Prof. Weifs erfreute, berechtigt mich hinlänglich, sie eines gröfseren Publicums würdig zu halten.

Legen wir sämmtliche Flächen eines Krystalls durch einen beliebigen Punkt, so schneiden sich alle diejenigen, welche in Eine Zone fallen, in einer Linie, der Zonenaxe dieser Flächen. Diese Durchschnittslinien

1) Hr. Prof. Neumann im §. 50 seiner Beiträge zur Krystallographie spricht das Princip auch schon klar aus.

sind also die sämmtlichen Zonenaxen der gegebenen Flächen eines Systemes, und lassen wir sie eine beliebige Fläche schneiden, so ist dadurch ihre gegenseitige Lage dem Auge sichtbar gemacht.

Wie naturgemäfs ein solches Verfahren sey, zeigt die Thatsache, dafs die Krystallflächen nicht nur als Begränzungsebenen Realität haben, sondern dafs sie durch und durch parallel mit sich dieselben physikalischen Differenzen hervorrufen; dafs ferner die Verbindung mehrerer Flächen in der Wirklichkeit nie eine bestimmte Form bedingt, sondern Verziehungen und beliebige Ausdehnungen nach allen Richtungen statt haben, so dafs man also nie eine willkührlich gewählte Grundform fest halten darf, sondern blofs die Lage der Flächen gegen einander, wie sie gegenseitig parallel fortgerückt stets durch dieselben Zonen bedingt werden, mithin auch bezüglich dieselbe Neigung beibehalten. *Die Formen als solche sind veränderlich, die Richtungen der Flächen aber nebst den Zonen constant.*

Wir nehmen zum erläuternden Beispiel den Feldspath, entlehnen die Flächen aus der Weifsischen Abhandlung, und verweisen zum näheren Studium auf die Abhandlungen der physikalischen Klasse der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin in d. J. 1820 und 1821, wo Seite 164 und 165 die Flächen-Ausdrücke also lauten:

$$T=[a : b : \infty c]$$
$$P=[a : c : \infty b]$$
$$x=[a' : c : \infty b]$$
$$y=[a' : 3c : \infty b]$$
$$o=[a' : \tfrac{1}{2}b : c]$$
$$n=[a : \tfrac{1}{4}b : c]$$
$$M=[b : \infty a : \infty c]$$
$$k=[a : \infty b : \infty c]$$
$$z=[a : \tfrac{1}{3}b : \infty c]$$
$$u=[\tfrac{1}{3}a' : \tfrac{1}{4}b : c]$$

$$v=[\tfrac{1}{3}a':\tfrac{1}{8}b:\ c]$$
$$m=[\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}b:\ c]$$
$$t=[\ a:5c:\infty b]$$
$$d=[\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{8}b:\ c]$$
$$q=[\tfrac{1}{3}a':\ c:\infty b]$$
$$r=[3a':5c:\infty b]$$
$$s=[\ a':\tfrac{1}{6}b:\ c]$$
$$g=[\ b\ :\ c:\infty a].$$

Wir nehmen annäherungsweise die drei Axen als rechtwinklig auf einander an, ziehen in der Ebene des Papieres (Fig. 1 Taf. V) die Axen a und b, und denken uns in ihrem Durchschnittspunkte die Axe c senkrecht aus der Ebene tretend. Legen wir nun alle obigen Flächen durch die Einheit der Axe c, so wird jede die Ebene des Papieres, welche durch a und b geht, in einer Linie schneiden. Diese Linien nennen wir *Flächenlinien* oder *Sectionslinien*, so wie die Punkte, unter welchen sich die Flächenlinien schneiden, *Zonenpunkte*, weil sie der Durchschnitt der Zonenaxen mit der Sectionsfläche (wie man die Ebene des Papieres durch a und b gehend nennen kann) sind. Die Säulenflächen $[a:b:\infty c]$, welche mit der Axe c parallel sind, müssen, sollen sie durch die Einheit von c gelegt werden, nothwendig durch die Axe c selbst gehen, mithin durch den Punkt, in welchem sich a und b schneiden. Sie sind durch die beiden Linien $T..T$ dargestellt, die unter sich den gegebenen Säulenwinkel des Feldspaths von 120° bilden, mit der Axe b aber einen Winkel von 30° und mit der a einen von 60°. Die Schiefendfäche P, welche von a nach c mit b parallel geht, trifft die Sectionsfläche in der Linie $P..P$. Sie schneidet jede der vorigen beiden Linien $T...T$ in einem Zonenpunkte, von welchem aus die gemeinschaftliche Zonenaxe beider Flächen P und T nach c hinauf läuft. Eben so verhält es sich mit der hinteren Gegenfläche x, die mit der Sectionsebene die Linie $x..\ x$ gemein hat. Die Fäche y, als

die dreifach schärfere der hinteren Seite, geht von a' nach $3c$ parallel mit b, d. h. von $\frac{1}{3}a''$ nach c. Sie trifft folglich die Sectionsfläche in $y \ldots y$, und durch die Punkte, in welchen sie die schon vorhandenen Linien schneidet, zeigt sie, welche Zonenaxen sie mit den durch letztere vorgestellten Flächen bildet. Die Rhomboidfläche o, die von c nach a' zu $\frac{1}{2}b$ geht, ist durch die Flächenlinien $o \ldots o$ dargestellt. Sie fällt mit P und T in Eine Zone, weil sie durch deren gemeinschaftlichen Zonenpunkt geht. Die Flächen M und k schneiden die Sectionsebene in den Axen a und b selbst, weil sie ebenfalls parallel mit sich fortgerückt werden müssen, um durch den Punkt c zu gehen. Ziehen wir auf dieselbe Weise die Linien für die übrigen Flächen, und geben ihnen gleiche Buchstaben mit letzteren, so bekommen wir das in Fig. 1 Taf. V entworfene Bild. Macht man sich mit dieser Figur vertrauter, so gewahrt man augenblicklich: *dafs sämmtliche Flächen, welche in Eine Zone fallen, solche Linien haben, die sich in Einem Punkte schneiden.* Nur die verschiedenen Verticalzonen machen hier eine Ausnahme, weil ihre Zonenaxen der Sectionsebene parallel gehen. In diesen Fällen gehen die Flächenlinien nicht durch Einen Punkt, sondern sie schneiden sich, wie man gewöhnlich sagt, im Unendlichen, d. h. sie sind mit einander parallel.

Die Klarheit, mit welcher sich das Bild vor unseren Augen entfaltet, zeichnet die Methode aus, und denken wir uns c im Durchschnitte der Axen a und b senkrecht aus deren Ebene heraustretend, so kann man sämmtliche Zonenaxen leicht in der Vorstellung verfolgen, mithin alle Erscheinungen auffassen, welche nur, selbst in den verwickeltsten Systemen, auftreten können.

Da die Betrachtungsweise, die Flächen des Krystalls in Zonen zusammenzufassen, jede abzuleitende Fläche durch das Fallen in zwei oder mehrere Zonen allgemein geometrisch zu bestimmen, und überdiefs das Ganze in

der Abhängigkeit von rechtwinkligen Axen aufzufassen, ganz des Hrn. Prof. Weifs Eigenthum ist, so könnten wir die Formeln über die Lage der Zonenpunkte und die Gröfse der Winkel aus den academischen Schriften über Feldspath [1]) und Epidot [2]) entlehnen, wo sie zuerst gelöst sind. Jedoch halte ich es nicht für unzweckmäfsig, sie hier nochmals mit Hinblick auf die Projection zu geben. Wir bezeichnen zu dem Ende die Zonenpunkte mit dem allgemeinen Zeichen $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$, und ihre Zonenaxen mit $\left(c;\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$, oder wenn keine Verwechslungen stattfinden können, auch schlechthin mit $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$, wo $\frac{a}{m}$ und $\frac{b}{n}$ die senkrechten Abstände der Zonenpunkte von den Axen bedeuten. Da nun drei Punkte eine Fläche bestimmen, der Punkt c aufserhalb der Sectionsebene uns stets gegeben ist, und sämmtliche Flächen durch diesen Punkt gehen, so hängt nur alles noch von der Bestimmung der übrigen zwei Punkte in der Sectionsebene ab. Wir stellen uns demnach folgende Aufgabe:

Den Zonenpunkt zweier beliebigen Flächenlinien $\left[\frac{a}{m}:\frac{b}{n}\right]$ und $\left[\frac{a}{m'}:\frac{b}{n'}\right]$, *in welchem sie sich schneiden, zu finden.*

Nennen wir die senkrechten Abstände dieses Zonenpunktes von den Axen a und b, $\frac{a}{x}$ und $\frac{b}{y}$, so verhält sich nach Fig. 2 Taf. V:

1) Vergl. d. Abth. d. physik. Kl. aus d. J. 1820 und 21, S. 169 bis 186; desgl. aus d. J. 1816 und 1817, S. 275 bis 282.

2) S. d. Abth. aus d. J. 1818 und 1819, S. 268.

$$1)\quad \frac{a}{m'} : \frac{a}{x} = \frac{b}{n'} : \frac{b}{n'} - \frac{b}{y}$$

$$2)\quad \frac{a}{x} : \frac{a}{m} = \frac{b}{n} - \frac{b}{y} : \frac{b}{n}$$

$$m : m' = n\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{y}\right) : n'\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{y}\right)$$

$$= 1 - \frac{n}{y} : 1 - \frac{n'}{y}$$

$$m : m' = y - n : y - n'$$

$$m'y - m'n = my - mn'$$

$$y(m' - m) = m'n - mn'$$

$$y = \frac{m'n - mn'}{m' - m}, \text{ oder } \frac{b}{y} = \frac{m' - m}{m'n - mn'} b$$

Da nun nach:

$$(1) : \frac{1}{m'} : \frac{1}{x} = \frac{1}{n'} : \frac{1}{n'} - \frac{m' - m}{m'n - mn'}$$

$$x : m' = m'n - mn' : m'n - mn' - m'n' + mn'$$

$$x : m' = m'n - mn' : m'n - m'n'$$

$$x : 1' = m'n - mn' : n - n'$$

$$x = \frac{m'n - mn'}{n - n'}, \text{ od. } \frac{a}{x} = \frac{n - n'}{m'n - mn'} a.$$

Dieser Satz in seiner gröfsten krystallonomischen Allgemeinheit beweist, dafs jeder beliebige Zonenpunkt

$$\left(\frac{n - n'}{m'n - mn'} a + \frac{m' - m}{m'n - mn'} b\right)$$

eine rationale Beziehung auf die Axen hat, d. h. seine senkrechten Abstände von demselben sind rationale Theile ihrer Einheit, da m, n, m' und n' ganze oder gebrochene Zahlen bedeuten. Dafs wir es ferner immer mit einfachen Zahlenreihen zu thun haben, zeigen die gleichen Nenner der Factoren von a und b. Wir brauchen hier wohl nicht zu erwähnen, dafs die Flächenlinien in ihren Axenausdrücken negative Factoren bekommen, wenn sie die Axen nicht in dem Quadranten schneiden, der ihren Zonenpunkt enthält. Suchen wir nun,

um ein Zahlenbeispiel zu nehmen, den Zonenpunkt, welchen die Rhomboidfläche o mit der u macht (meinen wir nämlich die beiden, welche die den hinteren linken Quadranten einschliefsenden Axen schneiden), so ist für diesen Fall $m=1$, $n=2$; $m'=3$, $n'=4$. Substituiren wir dieses in obiger Formel, so erhalten wir:

$$\left(\frac{2-4}{3.2-1.4}a+\frac{3-1}{3.2-1.4}b\right)=(-a+b),$$

d. h. der Zonenpunkt fällt in den vorderen rechten Quadranten, und hat gleichen Abstand von a und b. Behalten wir nun dieselbe Fläche o bei, nehmen aber das n der anderen Seite, welches die den linken hinteren Quadranten einschliefsenden Axen schneidet, so wird für diesen Fall $n'=-4$, während die übrigen drei Gröfsen dieselben bleiben; mithin bekommt der Zonenpunkt jetzt den Ausdruck:

$$\left(\frac{2+4}{3.2+1.4}\right)a+\frac{3-1}{3.2+1.4}\Big)=\left(\frac{6}{10}a+\frac{2}{10}b\right)$$
$$=\left(\frac{3}{5}a+\frac{1}{5}b\right).$$

Die gemeinten Punkte sind leicht auf Fig. 1 Taf. V zu finden.

Eine zweite Aufgabe ist diese:

Eine Flächenlinie fällt in zwei bekannte Zonenpunkte, und man soll ihre Axenausdrücke finden.

Die bekannten Zonenpunkte mögen die Ausdrücke

$$\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right) \text{ und } \left(\frac{a}{m'}+\frac{b}{n'}\right)$$

haben, und man soll die gesuchten Ausdrücke $\frac{a}{x}$ und $\frac{b}{y}$ finden. Es verhält sich nach Fig. 3 Taf. V:

$$1)\ \frac{a}{x} : \frac{a}{m} = \frac{b}{y} : \frac{b}{y} - \frac{b}{n}$$

$$2)\ \frac{a}{m'} : \frac{a}{x} = \frac{b}{y} - \frac{b}{n'} : \frac{b}{y}$$

folglich: $$\frac{1}{m'} : \frac{1}{m} = \frac{1}{y} - \frac{1}{n'} : \frac{1}{y} - \frac{1}{n},$$

das heifst: $$m : m' = nn' - ny : nn' - n'y$$

$$m'nn' - m'ny = mnn' - mn'y$$

$$y(mn' - m'n) = mnn' - m'nn'$$

$$y = \frac{nn'(m - m')}{mn' - m'n}.$$

Nach (1) verhält sich:

$$m : x = n : n - y,$$

also: $$x = \frac{m}{n}(n - y) = m - \frac{m}{n} y;$$

$$\frac{m}{n} y = \frac{mn'(m - m')}{mn' - m'n},$$

also:

$$x = \frac{m^2 n' - mm'n - m^2 n' + mm'n'}{mn' - m'n} = \frac{mm'n' - mm'n}{mn' - m'n},$$

mithin: $$x = \frac{mm'(n' - n)}{mn' - m'n}.$$

Die Flächenlinie $\left[\frac{a}{x} : \frac{b}{y}\right]$ bekommt also das allgemeine Zeichen:

$$\left[\frac{mn' - m'n}{mm'(n' - n)} a : \frac{mn' - m'n}{nn'(m - m')} b\right].$$

So einfach diese Formel auch seyn mag, so werden wir dennoch von ihr Gebrauch zu machen kaum in irgend einem Falle genöthigt seyn. Für die practische Anwendung suchen wir uns vielmehr die Formel zu specialisiren. Verlegen wir zu dem Ende den einen Zonenpunkt $\left(\frac{a}{m'}, + \frac{b}{n'}\right)$ in eine der Axen, z. B. in die a, so erhält er $\left(\frac{a}{m'}, + \frac{b}{\infty}\right)$ zum Ausdruck; es ist also $n' = \infty$. Substi-

tuiren wir nun in der allgemeinen Formel dieses ∞ für n', so erhält die Axe a den Coëfficient $\frac{1}{m'}$, hingegen die b den Coëfficienten:

$$\frac{m\infty - m'n}{n\infty\,(m-m')} = \frac{m}{n(m-m')}.$$

Die Flächenlinie, welche durch die Zonenpunkte

$$\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right) \text{ und } \left(\frac{a}{m'}+\frac{b}{\infty}\right)$$

geht, erhält also:

$$\left[\frac{a}{m'} : \frac{m}{n(m-m')}b\right]$$

zum Ausdruck. Diese Formel ist schon sehr brauchbar. Jedoch sie wird noch wichtiger für die Kantenzonen. Kantenzonen nennt nämlich Hr. Prof. Weifs vorzugsweise diejenigen, welche durch eine Fläche der Verticalzone mit der Säulenfläche gebildet werden. So wird also durch die Kante, welche die Schiefendfläche P mit der Säule T bildet, die erste eingesetzt. Ihr Zonenpunkt ist auf unserer Intersectionsebene leicht gefunden, denn wir dürfen nur den Durchschnitt der jenen Flächen zugehörigen Sectionslinien suchen. Weiter wird durch die 3fach schärfere Fläche y eine zweite Kantenzone eingesetzt, ihr Zonenpunkt ist da zu suchen, wo die der y zugehörige Flächenlinie die der Säule T schneidet. Wir sehen also, dafs sämmtliche Kantenzonen ihre Zonenpunkte in der Flächenlinie der Säule haben. Aber gerade diese Punkte haben die willkommene Eigenschaft, dafs ihre senkrechten Entfernungen von den beiden Axen, in der Axeneinheit ausgedrückt, gleiche Coëfficienten führen. Versetzen wir also den Zonenpukt $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$ in die Flächenlinie von T, so wird hier $m=n$; und eine Linie, welche durch die Zonenpunkte $\left(\frac{a}{m'}+\frac{b}{\infty}\right)$ und $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{m}\right)$

[redacted]

geht, schneidet die Axe b in $\frac{b}{m-m'}$, wo m der Nenner des Coëfficienten des einen Zonenpunktes, m' der des andern ist. Die Rechnung ist so für gewisse Punkte zur einfachsten Subtraction und Addition geworden. Erweisen wir das Gesagte an einigen Beispielen. Die Diagonalfläche n, welche durch die Kantenzone $\left(\frac{a}{5}+\frac{b}{5}\right)$ geht, und aufserdem die Axe a in $\frac{1}{1}$ schneidet, mufs durch $\frac{b}{4}$ gehen, weil die Differenz der Nenner jener beiden Punkte $5-1=4$ ist. So mufs die Rhomboidfläche o, welche in die Diagonalzone von x fällt, d. h. durch den Punkt $\frac{a'}{1}$ geht, und ferner im Kantenzonenpunkte $\left(\frac{a'}{3}+\frac{b}{3}\right)$ liegt, die Axe b in $\frac{1}{2}$ schneiden, weil $3-1=2$ ist. Eine nothwendige Bedingung ist hierbei natürlich, dafs man jedem Coëfficienten die Form $\frac{1}{p}$ giebt. Weiter folgt nun einfach, dafs man unserer Flächenbezeichnung sogleich ansehen kann, in welche Kantenzone die zugehörige Fläche fällt. So liegt die Fläche $u=[\frac{1}{3}a':\frac{1}{4}b:c]$ in der Kantenzone $\left(\frac{a'}{7}+\frac{b}{7}\right)$; die Fläche $m=[\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}b:c]$ in der Kantenzone $\left(\frac{a}{5}+\frac{b}{5}\right)$. Daher sind ihre Kantenzonenpunkte auf der Sectionsebene eben so leicht gefunden. Weil nun ferner jede Flächenlinie sämmtliche übrigen Flächenlinien schneiden mufs (wenn wir die Parallelität als ein Schneiden im Unendlichen ansehen), so mufs auch jede Fläche in zwei Kantenzonen fallen. Die eine ist immer durch obige Addition gefunden, während die andere durch Subtraction derselben Zahlen sich ergiebt. Der Grund davon ist einfach der, dafs die Sections-

linie der Fläche die eine Axe in einem anderen Quadranten schneidet, als wo ihr Kantenzonenpunkt liegt. Die Fläche *u* fällt also auch noch in die Kantenzone $\left(\frac{a}{1}+\frac{b}{1}\right)$, und gerade in dieselbe auch noch die Fläche *m*. Die Flächen, welche durch einen Kantenzonenpunkt gehen, kann man daher einfach durch Addition und Subtraction controlliren. Mithin müssen alle *Flächenlinien*, welche durch die erste Kantenzone $\left(\frac{a}{1}+\frac{b}{1}\right)$ gehen sollen, einen solchen allgemeinen Ausdruck $\left(\frac{a}{m}:\frac{b}{n}\right)$ haben, dafs $m \pm n = 1$ wird. Gerade diese Zonenpunkte, welche sich durch die einfachste Rechnung ergeben, sind die wichtigsten des Systems. Die erfreuliche Einfachheit spricht empfehlend genug für die Methode.

Die symmetrische Vertheilung der Zonenpunkte auf die Sectionsfläche, so wie ihre einfache Beziehung auf die Axen, könnte hier noch Stoff zu Betrachtungen darbieten; allein wir werfen nur einen Blick auf die Punkte der Kantenzonen, welche in der Flächenlinie der Säule *T* liegen. Vorn sehen wir hier $\left(\frac{a}{1}+\frac{b}{1}\right)$, dann hinten $\left(\frac{a'}{3}+\frac{b}{3}\right)$, vorn wieder $\left(\frac{a}{5}+\frac{b}{5}\right)$, hinten $\left(\frac{a'}{7}+\frac{b}{7}\right)$, ferner ebenfalls hinten $\left(\frac{a'}{11}+\frac{b}{11}\right)$, vorn $\left(\frac{a}{13}+\frac{b}{13}\right)$; die Zahlen $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{7}$, $(\frac{1}{9})$, $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{13}$ bilden eine Progression, die immer von vorn nach hinten überspringt, es fehlt blofs das Glied $\frac{1}{9}$, welches sich beim Epidot recht schön findet, und wo sich die Reihe noch weiter fortsetzt. Wir sehen demnach hier das Gesetz vor Augen gelegt, welches der Hr. Prof. Weifs in oben citirter Epidot-Abhandlung zuerst entdeckt und bewiesen hat. Es scheint kaum eine andere Fläche Realität zu haben, welche nicht in diese Kantenzonen fiele. Doch wir übergehen hier

solche Betrachtungen, ohne daraus weitere Schlüsse zu ziehen.

Wie getreu unsere Projection das Krystallbild wiedergiebt, ersehen wir daraus, dafs man augenblicklich gewahrt, welche vorhandenen Kanten am Krystall durch bestimmte Flächen abgestumpft werden. Betrachten wir in diesem Sinne die erste Kantenzone näher, so sehen wir darin die stumpfe und scharfe Endkante geschrieben, welche die Säule *T* mit der Schiefendfläche *P* macht. Da die parallelen Flächen in der Projection stets in eine einzige zusammenfallen, so werden die stumpfe und die scharfe Kante, welche eine beliebige Fläche mit den zwei Parallelen bildet, auf der Sectionsfläche immer durch Nebenwinkel dargestellt. Die Fläche *m*, welche die stumpfe Kante zwischen *P* und *T* abstumpft, fällt richtig mit ihrer Sectionslinie zwischen die der *P* und *T*, und zeigt dadurch, dafs sie nicht den scharfen, sondern dessen stumpfen Nebenwinkel abstumpft. So fällt die Rhomboidfläche *o* umgekehrt in den stumpfen Nebenwinkel, d. h. sie stumpft den scharfen Winkel zwischen *P* und *T* ab. Die untere Rhomboidfläche *u* stumpft wieder den stumpfen Winkel ab, welchen die Rhomboidfläche *o* mit der Säule *T* macht, da ihre Sectionslinie in den scharfen Winkel fällt. So zeigt ein einziger Blick auf die Figur eine Menge Beziehungen dieser Art, die mit Worten nur weitläufig beschrieben werden. Es bedarf nur einer ruhigen Betrachtung, um sich sogleich hinein zu finden.

Umgekehrt weifs man auch, wo eine Fläche hin gehört, wenn sie eine dieser schon gezeichneten Kanten abstumpft.

Da nun alle möglichen Kanten in der Figur sichtbar sind, so müssen es gleichfalls die ebenen Winkel seyn, weil sie von jenen eingeschlossen werden. Alle haben ihren Scheitel in *c*, und ihre Schenkel ruhen in den Zonenpunkten. Ihre verhältnifsmäfsige Gröfse unter

einander kann man von den Sectionslinien unmittelbar ablesen.

Wollten wir jetzt einige Rechnungen ausführen mit Hülfe der Figur, so liest man unmittelbar ab, dafs jede beliebige Zonenaxe

$$\left(c\,;\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)=\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}$$

ist, als der Länge von der Axe c aus, bis wo sie die Sectionsfläche schneidet. Der Satz: dafs jede mögliche Kante in einer betrachteten Zone, und jede mögliche krystallonomische Ausdehnung derselben, nur ein rationales Vielfaches von $\sqrt{\frac{a^3}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}$ sey, läfst sich leicht aus jenem allgemeinen folgern, dafs alle Zonenpunkte in der Sectionsebene eine rationale Beziehung auf die Axen haben. Jedoch wir fühlen uns hier nicht befugt, Sätze der Art auszuführen, sondern eilen vielmehr zur Berechnung der Winkel.

Berechnung der Kantenwinkel.

Haben wir die Flächen eines beliebigen Zonenpunktes im Auge, so beziehen wir sie immer auf eine Fläche, welche durch die Axe c und durch die Zonenaxe des in Rede stehenden Zonenpunktes geht. Für viele Punkte ist schon eine solche Fläche in der Figur, fehlt sie jedoch, so denken wir sie uns. Der Cosinus für sämmtliche Flächen der Zone ist alsdann das Perpendikel vom Mittelpunkte der Construction (wo sich die Axen a und b schneiden) auf die Zonenaxen gefällt. Die Sinus der verschiedenen Flächen liegen sämmtlich in dem Perpendikel, welches wir in der Sectionsebene senkrecht auf der Sectionslinie errichten, welche derjenigen Fläche angehört, auf die wir alle anderen beziehen. Nehmen wir den allgemeinen Zonenpunkt $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$, so ist:

[redacted]

$$\cos = \frac{c\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}}{\sqrt{c^2+\frac{b^2}{n^2}+\frac{a^2}{m^2}}};$$

denn ist in Fig. 4 Taf. V $\alpha\beta$ die Zonenaxe, $\beta\gamma$ die Sectionslinie der Fläche, auf welche wir sämmtliche Neigungen beziehen, $\alpha\gamma$ die Einheit der Axe c, so ist nur das Perpendikel $\gamma\delta = y$ zu finden. Es verhält sich aber

$$y : g = c : m+n = c : \sqrt{c^2+g^2},$$

folglich:

$$y = \frac{gc}{\sqrt{c^2+g^2}},$$

g ist aber $\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}$, wie man aus der Fig. 1 Taf. V sogleich ersieht. Suchen wir nun den Sinus für eine beliebige Fläche aus dieser Zone, deren Sectionslinie $\left[\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}\right]$ seyn mag, so müssen wir auf dem Perpendikel, in dem die Sinus liegen, den Theil suchen, welcher zwischen dem Mittelpunkte der Construction und dem Durchschnitte des Perpendikels mit der Sectionslinie von $\left[\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}\right]$ liegt. Zu dem Zwecke ziehen wir in Fig. 7 Taf. V y parallel mit der Axe a, verlängern das Perpendikel auf g bis es y schneidet, und suchen nun den $\sin = x = \alpha\beta$. Es verhält sich:

$$y : \frac{a}{\mu} = z+x : x\ , \quad x = \frac{za}{\mu y - a};$$

$$y : \frac{b}{\nu} = \frac{b}{n} : \frac{a}{m}\ , \quad y = \frac{b^2 m}{n\nu a};$$

$$z : \frac{b}{\nu} = g : \frac{a}{m}\ , \quad z = \frac{bgm}{\nu a};$$

folglich:

$$\sin = x = \frac{bgm}{\nu} \cdot \frac{n\nu a}{m\mu b^2 - n\nu a^2} = \frac{bgmna}{m\mu b^2 - n\nu a^2};$$

daher:

$$\cos : \sin = \frac{cg}{\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}} : \frac{bgmna}{m\mu b^2 - n\nu a^2}$$

oder:

$$\sin : \cos = \frac{\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}}{c} : \frac{\mu b}{na} - \frac{\nu a}{mb},$$

$$\sin : \cos = \frac{\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}}{abc} : \frac{\mu}{na^2} - \frac{\nu}{mb^2}.$$

Diese Formel finden wir in Neumann's Beiträgen zur Krystallonomie, §. 17. Hr. Prof. Weifs gab sie jedoch schon früher am Schlusse seiner Epidot-Abhandlung.

(Schlufs im nächsten Heft.)

XI. *Titansäure in hessischer Tiegelmasse.*

Aufmerksam gemacht durch die Erscheinung, dafs kohlensaures Alkali beim Schmelzen in hessischen Tiegeln eine in der Hitze gelbe, und nach dem Erkalten trüb weifse Masse giebt, haben die HH. Brett und Bird in London die Masse dieser Tiegel chemisch untersucht, und dadurch in derselben 3,5 bis 25 und 30 Procent Titansäure aufgefunden. Der Gehalt von 25 Procent findet sich indefs nur sehr selten, und zwar in den kleinen, sehr dünnen, bröcklichen und mit vielen schwarzen, halbmetallisch aussehenden Flecken besetzten Tiegeln. Als vorzüglich, um Titansäure von Eisenoxyd zu befreien, empfehlen sie: die mit kohlensaurem Kali geschmolzene und mit Wasser ausgezogene Tiegelmasse mit Salzsäure zu digeriren, die Lösung mit Ammoniak fast zu sättigen, darauf mit Hydrothion-Ammoniak zu fällen, das Schwefeltitan mit Salmiakwasser zu waschen, dann an der Luft und darauf im Sandbade zu trocknen, und nun durch schwache Salzsäure vom Schwefeleisen zu befreien. (*Phil. Mag. Ser. III T. VI p.* 113.)

[redacted]

XII. *Nähere Bestimmung des Phenakit nach einem neuen Vorkommen; von Ernst Beirich.*

Als ich im Herbst des vergangenen Jahres in Begleitung der französischen Geognosten, welche sich in Strafsburg versammelt hatten, das obere Breuschthal besuchte, fand ich in der Nähe von Framont ein mir unbekanntes sehr schön krystallisirtes Fossil, dessen physikalische Eigenschaften, so wie sein eigenthümliches Krystallsystem mich berechtigten dasselbe für eine neue den Edelsteinen zuzurechnende Gattung zu halten. Die chemische Untersuchung, welche Hr. Prof. Bischof in Bonn zu unternehmen die Güte hatte, zeigt dafs diese Krystalle der von Hrn. Nordenskjöld [1]) Phenakit genannten Gattung angehören; die Zusammensetzung nämlich entspricht genau der Formel $\dddot{Be}\,\dddot{Si}^2$. Obgleich der Name bei der ausgezeichneten Eigenthümlichkeit des Fossils seine Bedeutung ganz verliert, so glaubte ich ihn doch der Priorität halber beibehalten zu müssen.

Der Phenakit des Hrn. Nordenskjöld ist mit dem Smaragd im Ural vorgekommen, in platten farblosen Rhomboëdern, die, wie es scheint, zu klein gewesen sind, um das specifische Gewicht zu bestimmen. Der Endkantenwinkel dieses Rhomboëders soll, nach Hrn. N., etwa 114° seyn, die Härte etwas höher als Quarz. Bei Framont findet sich der Phenakit eingeschlossen in Brauneisenstein, in der Regel krystallisirt, stets krystallinisch; trotz des eifrigsten Suchens gelang es mir nicht, auch nur die geringste Spur von Beryll oder Smaragd in seiner Nähe zu finden; nur Quarz findet sich unmittelbar daneben. Das Krystallsystem ist entschieden rhomboë-

1) Diese Annalen, Bd. XXVIII S. 420. [Der ausführliche Aufsatz im Bd. XXXI S. 57 scheint dem Hrn. Verfasser entgangen zu seyn. *P.*]

drisch, dem sechsgliedrigen jedoch in seinen Formen mehr sich anschliefsend, als diefs bei irgend einem anderen rhomboëdrischen Krystallsystem der Fall ist. Der Endkantenwinkel des zum Grunde liegenden Rhomboëders ist 116° 40'; unmittelbar konnte ich denselben nicht messen, sondern nur die Neigung der Rhomboëderfläche gegen die angränzende Fläche der zweiten regulären sechsseitigen Säule, d. i. derjenigen, auf deren abwechselnde Kanten die Rhomboëderflächen gerad aufgesetzt sind; ich fand diese =121° 40'. Wiewohl hier dieses Rhomboëder nie selbstständig auftritt, so stimmt doch der von Hrn. N. angegebene Winkel, der wohl der Unvollkommenheit der Krystalle wegen nur ungefähr bestimmt werden konnte, nahe genug, um in die Identität beider Fossilien keinen Zweifel zu setzen. Die Spaltbarkeit ist sehr verschieden, gewöhnlich kaum bemerkbar, bisweilen aber sehr deutlich und ziemlich gleich vollkommen parallel den Flächen des Hauptrhomboëders und der zweiten sechsseitigen Säule. Die Härte fand ich stets der des Topases gleichkommend, an einigen Exemplaren dieselbe noch etwas übertreffend. Das specifische Gewicht ist =3, nach mehreren Wägungen ganz genau. Der Glanz zeigt keine besondere Lebhaftigkeit. Selten sind die Krystalle ganz durchsichtig und wasserhell; vielmehr treten gewöhnlich gelbe und braune Eisenfärbungen ein, mit deren zunehmender Lebhaftigkeit die Durchsichtigkeit abnimmt.

Das rhomboëdrische Krystallsystem des Phenakit bietet in seiner Entwicklung manches Eigenthümliche dar. Zum Grunde zu legen ist, wie bemerkt, ein Rhomboëder mit dem Endkantenwinkel von 116° 40'. Die Neigung der Rhomboëderfläche gegen die Axe folgt hieraus zu 52° 41' 8",3. Die Rhomboëderflächen sind stets vollkommen glatt und stark glänzend. Ohne Ausnahme findet sich an den Krystallen zu Framont die zweite reguläre sechsseitige Säule, jedoch meist niedrig, an Länge

[redacted]

den Durchmesser nicht übertreffend; häufig treten auch untergeordnet die Flächen der ersten sechsseitigen Säule hinzu. Die Flächen beider Säulen sind stark glänzend, wie die Rhomboëderflächen, und zeigen weder Längen- noch Querstreifung. Andere Flächen der horizontalen Zone kommen nicht vor. Aeufserst selten findet sich das Hauptrhomboëder allein als Endigung der Säule, wie Fig. 11 Taf. VI; in der Regel ist es untergeordnet und ein Dihexaëder, gerad aufgesetzt auf die Seitenflächen der zweiten Säule ist durchaus in der Endigung herrschend (Fig. 12 Taf. VI). Dieser Dihexaëder liegt zugleich in der Kantenzone des Rhomboëders, und verhält sich also zu diesem gerade so, wie beim Quarz die Dihexaëderfläche (*P*) zur Rhombenfläche (*s*). Die Neigung der Dihexaëderfläche gegen die Axe ist die $\sqrt{3}$fach stumpfere von der der Rhomboëderfläche, sie folgt aus dem angegebenen Neigungswinkel der letzteren zu

66° 14′ 52″,87.

Zugleich ist der Endkantenwinkel des Dihexaëders der 3fach stumpferen von dem des Rhomboëders; er folglich =156° 45′ 48″,40. Die Flächen des Dihexaëders sind immer mehr oder weniger trübe, und haben häufig ein unebenes, etwas drusiges Ansehen. Bisweilen dehnen sie sich so aus, dafs die Rhomboëderflächen ganz verschwinden und der Krystall ein vollkommen sechsgliedriges Ansehen erhält (Fig. 13 Taf. VI). Andere Flächen habe ich an einfachen Krystallen nicht beobachtet; von der geraden Endfläche zeigte sich nie eine Spur.

Bei weitem häufiger aber als diese einfachen Krystalle finden sich zu Framont Zwillinge. Das Gesetz der Zwillingsverwachsung ist das gewöhnliche des rhomboëdrischen Systems, nämlich: die Axe ist beiden Individuen gemein, und die Rhomboëderflächen liegen umgekehrt gegen dieselbe. Die Individuen sind stets durch einander gewachsen, wie bei den gewöhnlichen Zwillingen des Chabasits. Der seltenste Fall ist hier wieder der,

wo das Rhomboëder allein in der Endigung auftritt; es entsteht daraus die Form Fig. 14 Taf. IV. Bei weitem die gröfsere Zahl aller Krystalle gehört der Form Fig. 15 an, wo die Dihexaëderflächen vor den Rhomboëderflächen vorherrschen. Nothwendig müssen die Dihexaëderflächen wie die Seitenflächen der Säule an den Zwillingen der beiden Individuen in einander fallen; jede Dihexaëderfläche gehört, wie jede Säulenfläche, zur Hälfte dem einen, zur Hälfte dem andern Individuum an, wenn wir die Gränze als symmetrisch durchgehend annehmen. Die Rhomboëderflächen bilden dabei je zwei auf jeder Dihexaëderfläche einen einspringenden Winkel. Dehnen sich bei diesen Zwillingen die Dihexaëderflächen bis zum Verschwinden der Rhomboëderflächen aus, so erhalten wir wieder die einfach sechsgliedrige Form Fig. 13 Taf. VI, die aber jetzt nicht einem einfachen Individuum, sondern einem Zwilling angehört. Diese Form findet sich verhältnifsmäfsig nicht selten, und man kann wohl die gröfsere Zahl solcher Krystalle mit Recht als Zwillinge betrachten, weil die unzweifelhaft einfachen Individuen von der Form Fig. 11 und Fig. 12 Taf. VI äufserst selten sind. Einen einzigen solchen Krystall fand ich, der sich deutlich als Zwilling ausweist, indem sich auf den Dihexaëderflächen eine schwache federartige Streifung parallel der Endkante zeigt, wie sie Fig. 16 Taf. VI angedeutet ist. Diese Streifung nämlich bezieht sich auf die Kantenzone des Rhomboëders, und würde bei einem einfachen Individuum nur parallel den abwechselnden Endkanten des Dihexaëders vorhanden seyn.

Das Krystallsystem des Phenakit ist nach der bisherigen Beschreibung in seinen Elementen höchst einfach, und durchaus untergeordnet bleibt, was noch von anderen Flächen vorkommt. Bei Zwillingen von der Form Fig. 15 Taf. VI findet sich zwischen der Rhomboëderfläche und der Dihexaëderfläche, also ebenfalls aus der Kantenzone des Rhomboëders, die Fläche eines Dreiunddrei-

kantners, der jedoch, wegen der unbequemen Lage der Fläche, durch Messung nicht näher bestimmt werden konnte. Als Seltenheit kommt auch das erste stumpfere Rhomboëder als Abstumpfung der Endkante des Dihexaëders vor. Von viel gröfserem Interesse sind aber mehrere Flächen, die ziemlich häufig, jedoch stets sehr klein und nicht mefsbar, als Abstumpfungen der von den Seitenkanten der Säule und den Endkanten des Dihexaëders gebildeten Ecken vorkommen. Diese Flächen nämlich, welche, wenn sie vollzählig wären, als Flächen von Dreiunddreikantnern je zwei von jeder Ecke, und zwar bei einfachen Individuen nur an den abwechselnden Ecken, bei Zwillingen jedoch, an denen ich sie nur beobachtet habe, gleichmäfsig an allen Ecken vorkommen müfsten, scheinen sich durchaus nur zur Hälfte und immer nach derselben Seite hin liegend zu finden. Sollte sich diefs bei fernerer Beobachtung als Gesetz bestätigen, so würde dadurch das Krystallsystem des Phenakit in eine sehr auffallende und höchst interessante Analogie mit dem des Quarzes treten.

Abgesehen hiervon ist dasselbe unter den übrigen rhomboëdrischen Krystallsystemen wohl zunächst mit dem des Korund zu vergleichen. Wie bei diesem sehen wir rein sechsgliedrige Formen auftreten, während die Grundlage des Systems durchaus rhomboëdrisch ist. Dieser Uebergang in das sechsgliedrige System erscheint aber auf eine verschiedene und eigenthümliche Weise; während derselbe nämlich beim Korund und eben so beim Eisenglanz durch die Diagonalzone des Hauptrhomboëders vermittelt wird, geschieht diefs beim Phenakit durch die Kantenzone, und die dadurch entstehenden Formen schliefsen sich mehr an wirklich in sechsgliedrigen Krystallsystemen vorkommende Combinationen an, als diefs bei jenen der Fall ist. Als charakteristisch für das Krystallsystem des Phenakit kann ferner betrachtet werden, dafs die gerade Endfläche ganz zu fehlen scheint und zu-

gleich die Säule weder Längen- noch Querstreifung zeigt, welche zwei Eigenschaften sich bei keinem anderen rhomboëdrischen oder sechsgliedrigen Krystallsystem vereinigt finden.

Im mineralogischen System findet der Phenakit seine natürliche Stelle unmittelbar neben dem Beryll, mit dem er sowohl in seinen physikalischen als chemischen Eigenschaften die gröfste Verwandtschaft zeigt. Er ist eine einfache Verbindung der Beryllerde und Kieselerde, während beim Beryll, wie beim Euklas, Thonerde zu diesen beiden als wesentlicher Bestandtheil hinzutritt. Seine Härte ist der des Beryll gleich; das specifische Gewicht ist etwas höher als das des Beryll und vollkommen gleich dem des Euklas.

Zum Schlufs glaube ich noch einiges über das Vorkommen des Phenakit zu Framont bemerken zu müssen. Er findet sich daselbst auf der Mine jaune, in Krystallen oder krystallinischen Partieen eingewachsen in Brauneisenstein, der von sehr ungleicher Beschaffenheit bald dem erdigen Zustand sich nähert, bald fester wird, und dann vollkommen in dichten Rotheisenstein übergeht. Diese verschiedene Beschaffenheit des Brauneisensteins übt einen sonderbaren Einflufs auf den Zustand der eingeschlossenen Phenakitkrystalle aus; dieselben sind nämlich stets, wo der Brauneisenstein erdiger wird, oder vielmehr wo er sich mehr von dem Zustand des Rotheisenstein entfernt, mit einer Menge von Sprüngen durchzogen, so dafs man sie oft mit der Hand zerbröckeln kann. Es hat diefs ganz den Anschein, als ob bei der plutonischen Bildung des Rotheisensteins das von oben hinzutretende Wasser den gröfseren Theil desselben in Brauneisenstein umgewandelt, und zugleich durch plötzliche Abkühlung jene Zerklüftung der sich gleichzeitig bildenden Phenakitkrystalle veranlafst hätte. Diese selten ganz fehlenden Sprünge möchten wohl jede Anwendung der Krystalle als Edelsteine verhindern. Die Kry-

stalle sind von sehr verschiedener Gröfse, von einer Linie bis zu einem Zoll im Durchmesser, nur die kleineren kommen ganz wasserhell vor. Die zum Theil sehr lebhaften Eisenfärbungen sind meist blofs durch mechanisches Eindringen der Brauneisenstein-Masse in die Klüfte der Krystalle hervorgebracht. Selten findet sich eine weingelbe Färbung; meist neigt sich die Farbe in's Braun, bis zum dunkelsten Nelkenbraun. Der blättrige Bruch ist überall, wo jene Zerklüftung stärker ist, fast gar nicht zu bemerken; nur an den festeren Exemplaren sieht man ihn von grofser Vollkommenheit nach den angegebenen Richtungen.

Bonn, den 12. Febr. 1835.

XIII. *Chemische Analyse des Phenakit; von Gustav Bischof.*

Die qualitative Untersuchung des Fossils gab als Bestandtheile: Beryllerde, Kieselerde mit Spuren von Kalk und Magnesia. Da das Fossil ganz im Brauneisenstein vorkommt, die Krystalle theils ganz wasserhell, theils durch Eisen gefärbt sind, letzteres aber meist nur in den Klüften der Krystalle enthalten ist, so ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs das Eisen ein zufälliger Bestandtheil ist. Auch die kaum erkennbaren Spuren von Kalk und Magnesia sind gewifs nicht dem Fossil wesentlich; ihre Gegenwart erklärt sich durch den ganz in der Nähe vorkommenden häufig dolomitischen Uebergangskalk.

Zur qualitativen Analyse wurden mehrere theils farblose, theils mit Eisenoxyd durchdrungene Krystalle genommen, die im Chalcedon-Mörser auf's feinste gerieben und zweimal geschlämmt wurden. Da ich mich durch vorläufige Versuche überzeugt hatte, dafs das Fossil selbst

von der Salzsäure durchaus nicht angegriffen wird, so digerirte ich das Steinpulver ungefähr zwölf Stunden lang mit Salzsäure zur Entfernung des zufälligen Eisenoxyds. Das wohl ausgewaschene Pulver wurde geglüht und 33 Gran davon zur Analyse verwendet. Es wurde in mäfsiger Glühhitze durch die fünffache Quantität kohlensauren Kalis im Platintiegel aufgeschlossen, die aufgeschlossene Masse wiederholt mit Salzsäure digerirt, und die salzsaure Auflösung auf die bekannte Weise zur Abscheidung der Kieselerde behandelt. Dieselbe betrug, stark ausgeglüht, 11,89 Gr., und war ganz weifs. Die zur Trockne abgerauchte salzsaure Auflösung war aber gelb gefärbt; es war daher durch die Digestion des Steinpulvers mit Salzsäure noch nicht alles Eisenoxyd ausgezogen worden. Der Rückstand von der Behandlung mit Eisenoxyd wurde mit einer kochenden Auflösung von kohlensaurem Natron behandelt, welches noch 5,158 Gr. unaufgeschlossenes Steinpulver zurückliefs. Die ganze Menge der Kieselerde beträgt demnach 17,048 Gr. Aus der von jenen 11,89 Gr. Kieselerde abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Beryllerde nebst den übrigen Bestandtheilen durch kohlensaures Ammoniak gefällt, und letzteres so lange unter gelinder Erwärmung zugesetzt, bis sich alle Beryllerde wieder aufgelöst hatte. Es blieben nur einige unbedeutende Flocken zurück, die, auf dem Filtrum gesammelt, nach dem Einäschern desselben aber nur die äufserst geringe Gewichtsvermehrung der Filtrumasche um 0,03 Gr. herbeiführte. Von dieser geringen Menge, welche die zufälligen Bestandtheile (Kalk, theilweise Magnesia, vielleicht sogar Thonerde) enthalten mufste, glaube ich gänzlich abstrahiren zu können. Die ammoniakalische Auflösung wurde zur Trockne abgeraucht, die Ammoniaksalze durch Hitze verflüchtigt, und der Rückstand, zur Entfernung des Chlorkaliums sorgfältigst ausgewaschen. Die hierauf geglühte Beryllerde wog 14,28 Gr. Sie war etwas graulichgelb gefärbt, und

[redacted]

Salzsäure damit digerirt, zog auch wirklich etwas Eisen aus. Es war daher das durch das kohlensaure Ammoniak mit der Beryllerde gefällte Eisenoxyd mit dieser in die ammoniakalische Auflösung eingegangen, und daher kam es, dafs in jenem geringen Rückstand von 0,03 Gr. kein Eisen gefunden wurde. Diese Auflösung des Eisenoxyds in kohlensaurem Ammoniak, wahrscheinlich durch Vermittlung der Beryllerde, verdient bemerkt zu werden. Die unaufgeschlossenen 2,252 Gr. waren nichts anderes als das unveränderte Fossil; denn nachdem es abermals mit der fünffachen Menge kohlensauren Kalis im Platintiegel geschmolzen wurde, schied ich daraus wieder Beryllerde und Kieselerde ab. Es blieb aber abermals ein unaufgeschlossener Rückstand, der nicht weiter berücksichtigt wurde.

Es ist demnach gefunden worden:

Kieselerde	17,04S
Beryllerde	14,28
Kalk, Magnesia u. s. w.	0,03
Unaufgeschlossenes Steinpulver	2,252
	33,610 Gr.

Den Grund dieser Gewichtszunahme habe ich nicht finden können. Er ist indefs kein Hindernifs, um dennoch die genaue Zusammensetzung des Fossils zu erkennen. Besteht nämlich das Fossil aus 2 At. Kieselerde und 1 At. Beryllerde, so fordern vorstehende 17,048 Gr. Kieselerde 13,919 Gr. Beryllerde [1]), welches mit der gefundenen Menge bis auf 0,361 Gr. übereinstimmt. Die Uebereinstimmung ist aber noch genauer, wenn man erwägt, dafs die ausgeschiedene Beryllerde noch eisenhaltig war. Die völlige Identität des analysirten Fossils mit dem von Hartwall [2]) untersuchten Phenakit ist daher unverkennbar.

1) Nach den Verhältnifszahlen in meinem Lehrbuche der Stöchiometrie.

2) Diese Ann. Bd. XXVIII S. 420. (Ann. Bd. XXXI S. 60. *P.*)

XIV. *Notiz über die Krystallform der Kupferblüthe; vom Prof. G. Suckow in Jena.*

Dieses vorzüglich zu Rheinbreitenbach, aufserdem auch zu Moldawa meist nur in haarförmigen Aggregaten vorkommende Mineral wird in den Lehrbüchern gewöhnlich als eine blofse Varietät des Rothkupfererzes fixirt. Diese Ansicht hat man indefs auch schon wiederholt zweifelhaft gemacht. Der erste mir bekannt gewordene Zweifel gegen die Richtigkeit jener Vorstellungsweise wurde von Naumann in seinem Lehrbuche der Mineralogie, S. 524 und 525, ausgesprochen, indem er die Deutung dieser haarförmigen Krystalle als reihenförmige Aggregate tesseraler Individuen abweist.

Bei dieser Verschiedenheit der Ansichten über die Selbstständigkeit und Eigenthümlichkeit der Kupferblüthe, und bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes für die Oryktognosie, dürften vielleicht folgende Bemerkungen nicht überflüssig seyn.

Es ist eine bekannte Thatsache, dafs alle, so auch die tesseralen Formen der Mineralien, mehr oder weniger säulenartig verzerrt sind, dafs unter den tesseralen Gestalten namentlich das Octaëder auch nach einer seiner Zwischenaxen verlängert erscheint, dafs in gleicher Weise das Hexaëder nach einer Hauptaxe verlängert ist [1]), dafs sich eben so das Rhombendodekaëder nach einer trigonalen Zwischenaxe verlängert, dafs also Ausdeh-

1) Zu welcher Verlängerung sich die säulenartige Verlängerung nach einer trigonalen Zwischenaxe gesellt, eine Verlängerung, deren Resultat oben und unten ein steiles Rhomboëder und ein hexagonales, zwischen diesen Pseudo-Rhomboëderflächen befindliches Prisma ist, eine Verlängerung, welche zuerst Naumann, und zwar am weifsen Speifskobalte, nachgewiesen (vergl. diese Annalen, Bd. XXXI S. 538), und welche mir auch an den aus

[redacted]

dehnungen erfolgen, durch welche sich die ursprünglich gleichwerthigen Flächen in zwei scheinbar verschiedene Inbegriffe sondern, und nicht zu läugnen ist es, dafs sich in dieser Rücksicht die Gestalten des Rothkupfererzes ganz besonders auszeichnen. Allein hierin, und allenfalls in der Identität der chemischen Constitution der Kupferblüthe und des Rothkupfererzes, scheint mir der einzige Grund der Identificirung dieser beiden Mineralien zu liegen, und es ist der Seltenheit von aufgewachsenen, deutlich und scharf ausgebildeten Krystallen der Kupferblüthe zuzuschreiben, dafs, seitdem Naumann über die Vereinigung derselben sein Bedenken ausgesprochen, keine nähere krystallographische Bestimmung der Kupferblüthe bekannt geworden ist [1]).

Es ist mir sehr angenehm, gegenwärtig dieses Bedenken noch mehr begründen zu können, indem mir aus hiesigem Grofsherzoglichen Museum schön cochenillrothe Krystalle der Kupferblüthe von Rheinbreitenbach zur Untersuchung zu Gebote standen, welche sowohl an dem oberen Ende vollkommen deutlich ausgebildet, als auch wegen ihrer Gröfse und Ebenheit ihrer Flächen zu Messungen geeignet waren.

Und diese Krystalle liefsen erkennen:

1) Sechsseitige Prismen mit lauter Winkeln von 120° und gerader Endfläche.

2) Vollkommen rhomboëdrische Spaltbarkeit nach R; wonach Polkante $R = 99^\circ\ 15'$ und dann $a = \sqrt{0{,}6891}$ seyn würde.

einer höchst concentrirten Auflösung des Salmiaks erhaltene sternförmig und zackig gruppirten Krystallen begegnet ist. Vielleicht liegt in diesen Thatsachen auch der Schlüssel zu den merkwürdigen Erscheinungen des fasrigen Steinsalzes und des stänglichen Alauns.

1) Wenigstens entscheiden die von einigen Mineralogen später ausgesprochenen Bemerkungen, dafs die Krystalle der Kupferblüthe den Anschein sechsseitiger Prismen hätten, nicht über ihre morphologischen Verhältnisse.

3) Gleiche physische Beschaffenheit der Flächen nach Glanz und Ebenheit: nämlich auf ∞R völlig glatt und metallisch-diamantglänzend, und auf $0R$ auch eben, doch etwas matt.

4) In ihrer chemischen Zusammensetzung nichts als *Kupferoxydul*, ohne Spuren von Arsenik oder Selen, welche beide, nach meinen Analysen, nur in angelaufenen und in irisirenden Varietäten der Kupferblüthe, und zwar um wenig mehr als Procent, vorhanden sind.

Wenn sich also in der That manche Umstände zu Gunsten einer Ansicht von deformer Bildung des Rothkupfererzes in den haarförmigen Krystallen der Kupferblüthe vereinigten, wenn allerdings selbst die Hexaëder so wie die Rhombendodekaëder ein sechsseitiges Prisma aufzuweisen fähig sind, so ist doch mit obiger Nachweisung einer Combination des sechsseitigen Prismas mit der geraden Endfläche jeder Gedanke an eine Verzerrung abgewiesen, und wenigstens in der Richtung der Spaltungsflächen die Krystallreihe der Kupferblüthe deutlich indicirt.

Wenn ferner gewifs nicht abgeläugnet werden kann, dafs sich eine sehr competente Autorität für die Vereinigung des Rothkupfererzes und der Kupferblüthe in der Identität ihrer chemischen Zusammensetzung aussprach, so kann doch diese nicht respectirt werden, wenn sich in dem Substrate dieser Mineralien die Fähigkeit offenbart, in den Gestalten zweier ganz unvereinbarer Krystallreihen zu krystallisiren.

Wenn demnach die Verschiedenheit der Krystallformen des Rothkupfererzes, wenn diese Verschiedenheit, dagegen auch die Identität ihrer chemischen Constitution, durch obige Bestimmungen begründet ist, so liefern Kupferblüthe und Rothkupfererz ein neues Beispiel von Dimorphismus, und der Ansicht steht nichts entgegen, Rothkupfererz und Kupferblüthe in zwei Species zu trennen.

XV. *Ueber künstliche Feldspathbildung; vom Bergprobirer Heine in Eisleben.*

Auf der Kupferhütte bei Sangerhausen arbeiten in der Regel zwei Schachtöfen, die schon den Namen Hohöfen verdienen, weil sie ungefähr 22 Fufs Höhe haben. Man verschmilzt in selbigen die kupferhaltigen Mineralien, welche die zu dem Sangerhäuser Bergwerksbezirke gehörigen Reviere liefern.

Ihrer Natur nach müssen jene Mineralien in zwei Hauptklassen getrennt werden, in sogenannte Sanderze und Kupferschiefer. — Unter Sanderzen versteht man die oberste Schale des über dem Rothliegenden und unter dem eigentlichen Kupferschieferflötze eingelagerten Weifsliegenden. Die ganze Mächtigkeit dieser schmelzwürdigen Schale ist etwa 2 bis höchstens 3 Zoll. Hauptmasse ist Sand, wie schon der Name Sanderz anzeigt, mit entweder kalkigem oder thonigem Bindemittel. Das Kupfer findet sich darin stets mit Schwefel verbunden, entweder als Kupferglanz, oder als Buntkupfererz, oder als Kupferkies. Vorherrschend sind Kupferkies und Kupferglanz; ersterer kommt nur eingesprengt, letzterer auch in dünnen Lagen vor. Der Gehalt der Sanderze verläuft sich nach unten, und zwar so schnell, dafs 1 Centner der obersten etwa $\frac{1}{2}$ Zoll starken Lage bis 12 Pfund Kupfer giebt, wenn man von 1 Centner der etwa 2 bis 3 Zoll tiefer liegenden Lage nur 2 Pfund Kupfer erhält. So lange 1 Centner Sanderz 4 Pfund Kupfer hält, wird es in Stücke von 1 bis 1$\frac{1}{2}$ Cubikzoll Gröfse zerschlagen und verschmolzen; ärmere Sanderze werden aufbereitet. Der mittlere Gehalt sämmtlicher zum Verschmelzen kommenden Sanderze ist etwa 6 Pfund Kupfer auf 1 Centner.

Unter Kupferschiefern versteht man in Sangerhausen nicht allein die eigentliche Kupferschiefer, sondern auch die darüber liegenden *Noberge* und das noch höher liegende sogenannte *Dach*, die oberste Lage des Schieferflötzes. Die eigentlichen Kupferschiefer bestehen der Hauptsache nach aus kohlensaurer Kalkerde, Thonerde und so viel Kieselsäure, daſs wenigstens ein Singulosilikat durch Verschmelzen gebildet wird; auſserdem halten sie Bitumen und Kohle, welche Bestandtheile durch eine Röstung zerstört werden. Auch in den Schiefern ist das Kupfer im geschwefelten Zustande, gewöhnlich als Kupferglanz und Buntkupfererz, enthalten. Diese Schwefelmetalle durchdringen die Hauptmasse so innig, daſs man nur, besonders an der Sonne, einen deutlichen buntfarbigen Schimmer bemerkt, dem man die Benennung Speise gegeben hat. — Die Noberge unterscheiden sich von den eigentlichen Schiefern dadurch, daſs sie fast keine Kieselsäure, und nur wenig Thonerde enthalten, sondern hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk bestehen. Meistens führen sie den Kupfergehalt als Speise, doch kommen auch Ausscheidungen von Kupferglas in Körnern vor. Schiefer und Noberge gelten für schmelzwürdig, wenn 1 Centner nicht unter 2 Pfund Kupfer hält. — Das sogenannte Dach besteht fast nur aus kohlensaurem Kalk. Es führt in der Regel nur Körner von Kupferglanz, und wird schon bei einem Gehalte von 1 Pfund Kupfer in 1 Centner, hauptsächlich zur Bildung einer guten Schlacke mit verschmolzen, weil es die überschüssige Kieselsäure der Sanderze sättigt.

Es leuchtet ein, daſs der gröſseren Reichhaltigkeit wegen, vorzugsweise die Sanderze wesentlichen Einfluſs auf Ausbringen und Productionskosten der Kupfer haben, indessen muſs beim Verschmelzen derselben ein gewisses Verhältniſs der Erze zu den Schiefern beobachtet werden, weil nur, wenn dieses passend gewählt ist, ein vortheilhafter Schmelzgang erzielt werden kann. Als be-

onders günstig in Bezug auf Schlackenbildung, Kohlenerbrand und Metallausbringen hat sich nach mehrjähriger Beobachtung das Verhältnifs der Erze zu den Schiefern $=3:5$ gezeigt, wenn man auch Noberge und Dach u den Schiefern rechnet. Ein solches Verhältnifs fand uch während der ersten Hälfte des Jahres 1834 vor beiden Hohöfen der Sangerhäuser Hütte statt, obgleich mitunter durch zu starke Schieferförderung eine Abweichung davon nöthig wird. Zu dieser Beschickung fügt man, um die Kieselsäure vollständiger und leichter aufzulösen, und eine leichtflüssige Schlacke zu erhalten, etwa 10 bis 20 Procent Flufsspath, und die beim Concentriren und Schwarzkupfermachen fallende kupferhaltige Schlacke. Die Roharbeit (das Schmelzen der angeführten Beschickung) wird mit Holzkohlen betrieben. Die Windzuführung geschieht mittelst gewöhnlicher hölzerner Spitzbälge durch eine einzige, etwa 3 Fufs über dem Sohlsteine liegende gufseiserne Form.

Die Producte dieses Schmelzens sind:

1) Sogenannter *Kupferstein*, dem Wesentlichen nach eine Verbindung von Schwefelkupfer mit Schwefeleisen. Eine im Frühjahr 1831 mit Sangerhäuser Kupferstein unternommene Untersuchung gab mir in 100 Theilen:

26,44	Schwefel
0,41	Blei
20,49	Eisen
52,44	Kupfer
0,13	Silber
99,91.	

Die angegebene Zusammensetzung bleibt sich indefs nicht gleich, zuweilen sinkt der Kupfergehalt bis auf einige 40 Procent, und in demselben Verhältnisse steigt dann gewöhnlich der Eisengehalt. Aufser den angegebenen Bestandtheilen finden sich noch Spuren von Mangan, Zink, Kobalt, Nickel, Antimon und Arsenik.

2) *Rohschlacke*, eine glasartige Masse, welche namentlich die in der Beschickung vorhanden gewesenen Erden enthält. Im Jahre 1831 untersuchte ich zwei im Aeufsern sehr von einander verschiedene Schlacken, welche beide bei einem Beschickungsverhältnisse der Erze zu den Schiefern = 3 : 5 gefallen waren. No. 1 war perlgrau, und so leicht und so porös, dafs sie wie Bimstein auf dem Wasser schwamm; No. 2 war lauchgrün, vollkommen geflossen und glänzend, und hatte muschligen Bruch. Die Verschiedenheit rührte hauptsächlich vom stärkeren Flufsspathzuschlag her; ich fand diese Schlacken zusammengesetzt aus:

	No. 1.	No. 2.
Kieselsäure	57,43	53,83
Thonerde	7,83	4,43
Kalkerde	23,40	33,10
Talkerde	0,87	1,67
Eisenoxydul	7,47	4,37
Kupferoxyd	0,33	0,27
Fluorwasserstoffsäure	2,07	2,20
	99,40	99,87.

Aufserdem wurden in den Rohschlacken mitunter Spuren von Kali, Manganoxyd, Zinkoxyd und Bleioxyd gefunden.

Zu Ende des Monats Mai 1834 wurden beide Hohöfen ausgeblasen, um reparirt und von Neuem zugestellt zu werden, nachdem sie mit einerlei Beschickung gleich lange im Gange gewesen waren. In dem einen, dem sogenannten oberen Hohofen, fand man beim Ausräumen der Ofenbrüche blafs violblaue Krystalle, welche von dem dortigen Werksvorsteher, Hrn. Factor Ulich, gesammelt wurden, von dem ich mir den ganzen, sehr geringen Vorrath von einigen kleinen Handstücken und ab-

gefallenen Bröckelchen zur Untersuchung erbat. In dem unteren Hohofen war keine Spur einer ähnlichen Bildung zu entdecken. Die Krystalle safsen an der Rückwand oder Formwand, etwa 12 bis 16 Zoll über der Form, also gleich über dem Schmelzpunkte des Ofens. Sie wurden gefunden, nachdem man eine halbgeflossene schweelartige Kruste zerschlagen und weggeräumt hatte. Theils fanden sich dergleichen in den Ritzen der geborstenen Ofensteine, theils in kleinen, durch Ausspringen von Quarzkörnern gebildeten hohlen Räumen, theils und hauptsächlich safsen sie auf einer Lage dichter, dem Graphit nicht unähnlicher, doch mehr abfärbender Kohle, die aus mehreren dünnen Schalen bestand und an den Gestellsteinen des Ofens festsafs. Aufser den Krystallen, welche meist violblau, weniger von eingemengter Kohle schwärzlich und selten röthlichweifs gefärbt waren, fand sich mit zinkischen Ofenbrüchen und Ofensteinmassen verwachsen, auch mitunter eine unkrystallisirte, aber stets späthige Masse mit muschligem Bruche, und derselben Farbe und Beschaffenheit wie die Krystalle auf den Bruchflächen zeigten. Die seit Jahren auf der Sangerhäuser Hütte angefahrnen Schmelzer, welche stets das Ausräumen der ausgeblasenen Oefen besorgen, erinnern sich nicht eines ähnlichen Vorkommens.

Nachdem ich Ort und Umstände, unter welchen die Bildung vor sich gegangen ist, angegeben habe, schreite ich zur Beschreibung der mit den Krystallen vorgenommenen Untersuchung. Dabei bemerke ich jedoch, dafs es mir, bevor ich öffentlich mit der Bekanntmachung einer Bildung hervortrat, deren Wichtigkeit ich wohl einsah, räthlich schien, lieber etwas länger zu warten, die nöthigen Data zu sammeln und den Gegenstand mit der Sorgfalt, die ihm gebührt, zu behandeln, als mit der Untersuchung zu eilen und oberflächlich hin eine kurze No-

tiz zu geben. Da ich die Krystalle auch einer Prüfung vor dem Löthrohre unterwarf, und ihr Verhalten gegen Borax, Phosphorsalz, Soda etc. nach meinen Versuchen sehr gut mit den Angaben in diesen Annalen, Bd. XXXIII S. 338, übereinstimmt, so bin ich der Mühe überhoben, darüber etwas zu sagen. Nur den Versuch, Wasser in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre zu erhalten, unterliefs ich, weil ich erwarten durfte, dafs die Krystalle im Schmelzofen entwässert seyn würden.

Zunächst versuchte ich das feine Pulver der Krystalle in Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und Salpetersalzsäure umsonst zu lösen. Nur ein unbedeutender weifser Rückstand blieb nach dem Verdampfen der Chlorwasserstoffsäure in einem Platinkessel. Da die Krystalle das Glas schwach ritzten, und eine Quantität von 1,052 Grammen bei 15° R. das specifische Gewicht = 2,56 zeigten, auch ein Brausen mit kohlensaurem Natron beim Schmelzen entstand, so glaubte ich anfangs Amethystkrystalle vor mir zu haben, deren Entstehung ich durch Sublimation in der Art für möglich hielt, dafs sich durch Zersetzung von Fluorsiliciumgas Kieselsäure in Krystallen ausgeschieden hätte. Durch den Verlauf der Untersuchung wurde ich jedoch eines Anderen belehrt.

Behufs qualitativer Untersuchung, zugleich aber als Controle für die quantitative Bestimmung wurden 0,375 Grm. ganz reiner ausgesuchter und fein gepulverter Krystalle mit dem vierfachen Gewichte entwässerten kohlensauren Natrons im Platintiegel geschmolzen. Dabei entstand ein Aufschäumen und Brausen, welches erst ganz aufhörte, nachdem die Masse in völligen Flufs gekommen war. Nach dem behutsamen Erkalten wurde mit Wasser aufgeweicht, der Rest durch Chlorwasserstoffsäure aus dem Platintigel entfernt, und dann behutsam so lange Chlorwasserstoffsäure zugefügt, bis alle Kohlensäure entfernt war. Nach sechsstündiger Digestion auf dem Sandbade war keine Entwicklung von Kohlensäure

mehr bemerkbar, wohl aber fanden sich Flocken von Kieselsäure. Unzersetztes Pulver konnte durch Reiben mit einem Glasstabe nicht bemerkt werden. Die Flüssigkeit wurde in einer Platinschale und im Wasserbade zur Trockniſs abgedampft, darauf der Rückstand gleichförmig mit wenig Chlorwasserstoffsäure befeuchtet und eine Stunde lang stehen gelassen. Alsdann wurde eine hinreichende Menge Wasser zugefügt, das Erwärmen im Wasserbade noch eine Zeit lang fortgesetzt und dann filtrirt. Die gut ausgesüſste Kieselerde wurde vollständig getrocknet, dann geglüht und gewogen. Ihr Gewicht war =0,242 Grm. Obgleich sie völlig weiſs aussah, geschah sowohl vor dem Löthrohre, als durch Behandlung mit kohlensaurem Kali die Prüfung auf ihre Reinheit, doch konnte keine Spur einer Beimischung gefunden werden.

Die Flüssigkeit, welche von der Kieselsäure abfiltrirt worden war, setzte ich einem Strome Schwefelwasserstoffgas aus. Nach wenigen Minuten schon entstand eine braune Fällung, aber schon nach zweistündiger Durchleitung des Gases roch die Flüssigkeit stark darnach, und war wieder klar geworden, während der braune Niederschlag am Boden lag. Er wurde filtrirt, in Salpetersäure gelöst und die Lösung mit Ammoniak behandelt, wodurch eine lasurblaue Flüssigkeit ohne Hinterlassung eines Niederschlags entstand. Hierauf trennte ich das salpetersaure Ammoniak durch Abdampfen und vorsichtiges Erhitzen, fügte einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure hinzu, verdünnte stark mit Wasser und fällte das Kupferoxyd kochend mit einigen Tropfen Kalilauge. Das gut getrocknete Kupferoxyd wurde geglüht und gewogen; das Gewicht desselben war 0,001 Grm. In der kalischen Lösung konnte kein Metall gefunden werden.

Die stark nach Schwefelwasserstoff riechende Flüssigkeit wurde bis fast zur Trockne abgedampft, alsdann, nachdem die vollständige Lösung in sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure erfolgt war, so viel Ammoniak zugefügt,

dafs eine schwache alkalische Reaction eintrat. Es entstand ein sehr bedeutender voluminöser, blafsbraun gefärbter Niederschlag, der so schnell wie möglich filtrirt wurde, und zwar mit der Vorsicht, Trichter und Bechergläser bedeckt zu halten. Nachdem die Filtration beendigt war, wurde sogleich der durchgelaufenen Flüssigkeit oxalsaures Ammoniak zugefügt, worauf nach einigen Secunden eine weifse Trübung entstand, die immer mehr zunahm.

Der durch Ammoniak entstandene, blafsbraun gefärbte und gut ausgesüfste Niederschlag kam noch feucht mit dem Filter in Kalilauge. Nach kurzer Zeit war Alles, bis auf einen geringen braunen Rückstand, von Eisenoxyd gelöst, welcher abfiltrirt, gleich auf dem Filter in Chlorwasserstoffsäure gelöst und mit Ammoniak wieder gefällt, geglüht und gewogen wurde. Er wog 0,0015 Grm. Der Niederschlag sowohl als die ammoniakalische Lösung waren frei von anderen Körpern.

Die kalische Lösung der Thonerde wurde mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert und mit kohlensaurem Ammoniak versetzt. Der dadurch entstandene weifse voluminöse Niederschlag, gut ausgesüfst, getrocknet und geglüht, wog 0,072 Grm. In der abfiltrirten Flüssigkeit konnte nichts weiter nachgewiesen werden. Um die erhaltene Thonerde, die übrigens auch nach dem Glühen weifs, mit einem schwachen Schimmer in's Bläuliche war, auf ihre Reinheit zu prüfen, behandelte ich sie mit Chlorwasserstoffsäure. Sie löste sich ohne Brausen, zwar langsam, aber vollständig in der Wärme auf, und war also frei von kohlensaurem Kalk und Kieselsäure.

Die mit oxalsaurem Ammoniak versetzte Flüssigkeit war nach 24stündigem Stehen auf der warmen Sandkapelle vollkommen klar geworden, und auf dem Boden des Becherglases lag ein weifser Niederschlag, den ich abfiltrirte, glühte und als kohlensauren Kalk in Rechnung brachte. Das Gewicht desselben wurde = 0,009

Grammen gefunden, entsprechend =0,005 Grm. Kalkerde. Mit Chlorwasserstoffsäure geschah unter Brausen die vollständige Lösung, in welcher durch Reagentien nichts als Kalkerde zu finden war.

Die von der oxalsauren Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Trockne abgedampft, im Platinkessel geglüht und von Neuem in mit wenig Chlorwasserstoffsäure haltendem Wasser aufgelöst. Als Schwefelwasserstoff-Ammoniak zugefügt wurde, entstand erst nach längerer Zeit ein höchst unbedeutender, ganz blasser rother Niederschlag, den man auf dem Filtrum kaum erkennen konnte. Die Wage zeigte nichts als das Gewicht der Filterasche an. Als jedoch etwas Asche mit Soda auf Platinblech geschmolzen und etwas Salpeter zugesetzt wurde, entstand beim Erkalten eine schwache grüne Färbung, welche die Gegenwart von Mangan darthat.

Die schwefelwasserstoffammoniakhaltende Flüssigkeit concentrirte ich durch Abdampfen und filtrirte.

Ein Theil wurde zu Reactionen verwendet, namentlich wurden Versuche mit Schwefelsäure auf Baryterde, mit phosphorsaurem Natron auf Talkerde, mit Chlorbaryum auf Schwefelsäure und durch Zufügung von Ammoniak zu der chlorbaryumhaltenden Lösung auf Phosphorsäure, aber vergebens gemacht. Ein anderer Theil wurde mit Platinchlorid versetzt, und dadurch ein gelber Niederschlag von Kaliumplatinchlorid erhalten.

Nachdem ich auf diese Weise die quantitative Analyse mit der qualitativen (hauptsächlich wegen Mangel an Material) verbunden, und als Bestandtheile, deren Quantitäten weiter hinten angegeben werden sollen, Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kupferoxyd und Kali aufgefunden hatte, unternahm ich, hauptsächlich um das Kali direct bestimmen zu können und auf etwaigen Natrongehalt zu prüfen, die Analyse

der Krystalle mit einer gröfseren Quantität und auf einem anderen Wege.

1,1675 Grm. wohl ausgesuchter Krystalle wurden fein gerieben, mit dem 6fachen Gewichte kohlensauren Baryts gut gemengt und 25 Minuten lang einer heftigen Weifsglühhitze im Koaksfeuer des Gebläseofens ausgesetzt. Die Masse war stark gesintert. Sie löste sich in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unter Ausscheidung von flockiger Kieselsäure, welche nach dem Glühen 0,702 Grm. wog. Die Flüssigkeit dampfte ich, zu vollständiger Ausscheidung der Kieselsäure, zur Trockne ab, feuchtete den Rückstand mit Chlorwasserstoffsäure an und fügte dann Wasser zu. Hierbei blieben noch 0,068 Grm. Kieselsäure ungelöst zurück, folglich betrug die ganze Menge derselben =0,770 Grm.

Nach Wegschaffung der Baryterde durch die eben nöthige Menge Schwefelsäure war der Gang der Untersuchung im Wesentlichen derselbe, welcher nach Aufschliefsung mit kohlensaurem Natron befolgt und bereits angegeben worden ist. Es wurden im Verlaufe der Untersuchung 0,0015 Grm. Kupferoxyd, 0,008 Grm. Eisenoxyd, 0,216 Grm. Thonerde, und durch Glühen der erhaltenen oxalsauren Kalkerde =0,0888 Grm. kohlensaure Kalkerde, entsprechend =0,04998 Kalkerde, erhalten. Die Quantität Manganoxyd war auch hierbei so unbedeutend, dafs sie unbestimmt gelassen wurde. Aufserdem fanden sich noch Spuren von Kobaltoxyd und Zinkoxyd.

Zur Bestimmung des Kali wurde die nach Abscheidung der Kalkerde erhaltene Lösung im Wasserbade zur Trockne abgedampft, der Rückstand mit aller Vorsicht erhitzt und dann geschmolzen, wobei Schwefelsäure entwich. Als man keine Schwefelsäureentwicklung mehr wahrnahm, wog das im Platintiegel erhaltene Salz =0,276 Grm. Hiervon wurden 0,012 Grm. weggenommen, und damit Untersuchungen vor dem Löthrohre angestellt.

Wurde etwas dieses Salzes auf Platindraht mit der Spitze der blauen Flamme angeblasen, so färbte sich sogleich die äufsere Flamme violett. Da schon $\frac{1}{10}$ Natron unter dem Kali diese Reaction verhindert, indem die des Natrons (die gelbe Färbung der Flamme) eintritt, so gab ich meinen früheren Vorsatz, eine Trennung mit Natriumplatinchlorid zu versuchen, auf, weil auch diese Methode nicht die gröfste Genauigkeit zuläfst, und beruhigte mich anzunehmen, dafs der Natrongehalt nur höchst unbedeutend seyn könne. Die übrigen 0,264 Grm. wurden in Wasser gelöst, welches darnach noch stark sauer reagirte, und daher einen Rückhalt von saurem schwefelsauren Kali verrieth. Zur genaueren Bestimmung des Kali fügte ich Chlorbaryum zu der Lösung, und bestimmte ihren Schwefelsäuregehalt. Der so erhaltene schwefelsaure Baryt wog 0,4285 Grm., entsprechend =0,1473 Schwefelsäure, und, auf 0,276 Grm. berechnet, =0,154 Grm., welche, von 0,276 Grm. abgezogen, =0,122 Grm. Kali übrig lassen.

Nach den Ergebnissen der in Vorstehendem enthaltenen zwei Analysen ist die Zusammensetzung der Krystalle in 100 Theilen folgende:

Durch Zersetzung mit kohlensaurem Natron.

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	64,533		33,52=12
Thonerde	19,200	8,97	9,33=3
Eisenoxyd	1,200	0,36	
Kalkerde	1,333	0,37	2,70=1
Kupferoxyd	0,266	0,05	
Kali, vielleicht mit etwas Natron (durch den Verlust bestimmt)	13,468	2,28	
Spuren von Zinkoxyd, Manganoxyd und Kobaltoxyd			
	100,000.		

Durch Zersetzung mit kohlensaurem Baryt.

		Sauerstoff.	
Kieselerde	65,953		34,26 = 12
Thonerde	18,501	8,64	8,85 = 3
Eisenoxyd	0,685	0,21	
Kalkerde	4,282	1,20	3,00 = 1
Kupferoxyd	0,128	0,03	
Kali, vielleicht mit etwas Natron (durch den Verlust bestimmt)	10,466	1,77	
Spuren von Zinkoxyd, Manganoxyd und Kobaltoxyd			
	100,015.		

Hiernach ergiebt sich unzweideutig, daſs die Krystalle, welche, auſser einigen zufälligen Bestandtheilen, wodurch die Färbung entstanden ist, eine ganz ähnliche Zusammensetzung haben, wie der Orthoklas Breithaupt's oder der Adular Werner's, nur mit dem Unterschiede, daſs bei ihnen etwas Kali durch Kalkerde ersetzt wird, daher als Feldspath betrachtet werden müssen, und daſs diesem Kunstproducte die Formel

$$\left.\begin{matrix}\dot{K}\\ \dot{C}a\end{matrix}\right\} \dddot{Si} + \ddot{Al}\,\dddot{Si}^3$$

zukommt.

Obgleich die zur Feldspathbildung erforderliche Kieselsäure und Thonerde stets in der Beschickung enthalten ist, so bleibt diese Bildung doch darum merkwürdig, weil die nöthige, nicht unbeträchtliche Menge Kali höchst wahrscheinlich nur aus der Asche der Holzkohlen hinzugetreten seyn kann. Daſs das Kali nicht im Ueberschuſs vorhanden gewesen ist, zeigt die Anwesenheit der Kalkerde, deren Quantität nicht in allen Krystallen gleich zu seyn scheint, und der Umstand, daſs mit der Zunahme des Kalkgehalts eine Abnahme des Kali stattfindet. Wahr-

scheinlich hat auch die verschiedene Mischung Einfluſs auf die Krystallbildung gehabt, da die Krystalle mehrfache Combinationen zeigen. Zu bedauern ist es, daſs nicht Material genug vorhanden war, um eine Analyse mit regelmäſsig ausgebildeten einfachen, und eine andere mit Krystallen von abweichender Form vorzunehmen.

Erwägt man, wie viele Versuche, künstliche Feldspathkrystalle zu bilden, namentlich durch den Hrn. Professor Mitscherlich, gemacht worden sind, von welchen keiner zu erwünschten Resultaten führte, so müssen zu einer solchen Bildung viele Bedingungen nöthig und viele Schwierigkeiten zu beseitigen seyn. Zwar ist nun die Möglichkeit dargethan, keineswegs aber haben Art und Weise und die Bedingungen der Bildung erforscht werden können. Nur so viel geht aus dem Vorkommen hervor, daſs ein drusenartiger Raum, der durch eine feste Lage Schweel vor dem Eindringen der schmelzenden Beschickung geschützt und dem Drucke derselben nicht ausgesetzt war, die Krystallbildung begünstigt hat. Auch scheint eine sehr langsame Abkühlung, ein Umstand, welcher gewöhnlich nach dem Ausblasen der Oefen — namentlich, wenn bloſs eine Reparatur beabsichtigt wird — ihrer Conservirung wegen, berücksichtigt worden ist, nicht ohne Einfluſs gewesen zu seyn.

Nachtrag.

Mit dem Schlusse des Jahres 1834 wurde der obere Hohofen auf der Kupferhütte bei Sangerhausen, in welchem man zu Ende Mai desselben Jahres krystallisirten Feldspath unter den Ofenbrüchen fand, wieder ausgeblasen, nachdem er seit dieser Zeit, also etwa 7 Monate lang, in ununterbrochenem Gange gewesen war. Während der Ofen reparirt wurde, war ich auf genannter Kupferhütte anwesend, und hatte also Gelegenheit mich

von seinem Zustande zu unterrichten und die entstandenen Ofenbrüche zu durchsuchen.

Die Innenwände des Ofens waren ziemlich glatt, und nirgends fand sich eine Spur krystallinischer Bildung, so dafs die Hoffnung auf Wiederfindung von Feldspathkrystallen ziemlich fern lag. Der Ofen hatte sich namentlich nach der Formwand hin ziemlich ausgearbeitet, letztere war daher völlig frei von Ofenbrüchen. Am stärksten hatte sich die Blende an der Vorwand, und namentlich in den Ecken, welche diese mit den Seitenwänden bildet, angesetzt, indessen fanden sich auch an letzteren nicht unbedeutende Schalen von Blende. Ich liefs zuerst an der Vorwand die blendigen und kohligen Schalen bis auf die Gestellsteine des Ofens durchbrechen. Die jüngste Bildung, welche von der letzten Campagne herrührte, löste sich sehr gut von der älteren Blendelage, die der vorigen Campagne angehörte, ab. Nicht selten wurden die Ofenbrüche 2, ja mitunter 4 Zoll stark gefunden, aber weder in denselben, noch auf der Ablösungsfläche, welche die jüngere Bildung von der älteren trennte, war eine Spur von Feldspath zu entdecken. Als jedoch die zweite Blendelage, die der jüngeren an Stärke nur mitunter fast gleich kam, durchbrochen wurde, stiefs man wieder auf die Feldspathkrystalle. In zwei Fufs Höhe über der Form fand sich der erste Ansatz von Blende und Feldspath, und in 4 bis 4½ Fufs Höhe über der Form hörten beide Bildungen auf, so dafs also die ganze Ausdehnung der Höhe nach 2 bis 2½ Fufs betrug. Die Feldspathkrystalle fanden sich gröfstentheils weifs; die blafs violblauen waren schon weniger häufig, noch seltener aber sah man dunkel violblaue und sehr selten ganz schwarze von Kohle gefärbte. Bei der ersten Auffindung suchte man hauptsächlich nach den gefärbten und liefs die weifsen wahrscheinlich unbeachtet, so dass die hübsche violette Farbe als Leiter beim Aussuchen gedient haben mag. Die Krystalle fanden sich auch

auch jetzt wieder entweder auf Lagen einer dichten Kohle oder in Klüften und Höhlungen der Ofensteine, welche aus Rothliegendem vom Kyffhäuser bestehen. Die meisten und gröfsten Krystalle fanden sich an derjenigen Fläche, welche die Ofensteine von der ältesten Blendelage trennte, und zwar safsen sie entweder an dieser oder an den Ofensteinen fest. Mitunter traf man hier Krystalle, deren Endflächen eine Ausdehnung von 1, ja sogar bis 2 Linien hatten.

Dafs die neuerdings gefundenen Krystalle nicht von der jüngsten, sondern von einer älteren Schmelzcampagne herrühren, beweist schon der Umstand, dafs weder in den neuesten Ofenbrüchen, noch auf der Gränze mit der älteren eine Spur davon wahrgenommen wurde. Noch mehr wird diese Behauptung durch das Vorkommen von Krystallen, deren Kanten und Ecken durch Abschmelzung gerundet erscheinen, unterstützt. Die einfache Erklärung des Vorkommens von angeschmolzenen Krystallen möchte folgende seyn: Bei der Reparatur des Ofens zu Ende Mai wurden die Ofenbrüche stellenweis bis auf die Ofensteine durchbrochen, also die Klüfte und Ablösungsflächen, wo sich die Feldspathkrystalle fanden, theilweise geöffnet. Da wo die Ofenbrüche ruhig hängen geblieben waren, blieben die darunter befindlichen Feldspathkrystalle geschützt, wo hingegen Parthieen von letzteren frei standen, erlitten sie beim Wiederanhängen des Ofens eine Schmelzung, welche sich jedoch nicht füglich auf die ganze Krystallmasse, sondern nur auf die dünneren Stellen der Krystalle erstrecken konnte, weil sonst bei der, zur Schmelzung der ganzen Krystalle nöthigen gröfseren Hitze die zinkischen Ofenbrüche zunächst geschmolzen seyn und sich an höhere Stellen des Ofens angesetzt haben würden.

XVI. *Bericht von neuerlich in Göttingen angestellten magnetischen Beobachtungen.*

(Götting. gelehrte Anzeigen, No. 36, 1835.)

In der Sitzung der Königl. Societät zu Göttingen am 14. Februar stattete der Hofrath Gaufs einen Bericht über die in dem magnetischen Observatorium und in Verbindung damit anderwärts gemachten Beobachtungen ab, woraus wir hier einen Auszug mittheilen, der als eine Fortsetzung der im Bd. XXXII dieser Annal. S. 562 gegebenen Nachricht betrachtet werden kann.

Die täglichen zweimaligen Aufzeichnungen des Standes der Nadel sind ununterbrochen fortgesetzt, und umfassen nun bereits beinahe ein volles Jahr. Die monatlichen Mittel seit Julius v. J. waren:

		8 Uhr Vormittags.	1 Uhr Nachmittags.
1834	August	18° 38' 48",1	18° 49' 11",0
	September	36 58 ,4	46 32 ,3
	October	37 18 ,4	44 47 ,2
	November	37 38 ,4	43 4 ,3
	December	37 54 ,8	41 32 ,7
1835	Januar	37 51 ,5	42 14 ,4

Die verabredeten Beobachtungen an bestimmten Tagen in kurzen ununterbrochenen Zeitfristen, mit deren Einrichtung in den letzten Monaten einige, an einem anderen Orte bekannt gemachte Abänderungen getroffen sind, haben seit der letzten Nachricht an vier Haupttterminen stattgefunden, einige aufserordentliche Nebentermine ungerechnet. Die Theilnahme an denselben hat sich bereits weiter ausgebreitet, und wird bald noch weiter verbreitet werden, auch sind daraus schon sehr merk-

würdige Resultate hervorgegangen, denen ähnlich, welche in dem früheren Bericht erwähnt wurden. Eine graphische Darstellung der Harmonie unter den Beobachtungen vom 1. und 2. October, und vom 29. und 30. November in Göttingen, Leipzig und Berlin, wird nächstens in Poggendorff's Annalen der Physik erscheinen [1]); noch merkwürdiger aber ist die Uebereinstimmung der Beobachtungen vom 5. und 6. November in Copenhagen und Mailand in allen zahlreichen und auffallend großsen Schwankungen, von welchen gleichfalls eine Zeichnung an einem anderen Orte gegeben werden wird [1]). Wir treten hier in eine Welt von geheimnifsvollen Naturkräften, deren wunderbar wechselndes Spiel sich über den halben Durchschnitt von Europa, in gleichem Augenblick, und bis in die kleinsten Nüancen auf gleiche Weise offenbart, und deren Wirkungskreis zu ermessen diese Standlinie noch viel zu klein erscheint.

Die hiesigen Einrichtungen für magnetische Beobachtungen haben inzwischen mehrere wesentliche Erweiterungen erhalten. Für manche Beobachtungen ist, wenn grofse Schärfe verlangt wird, die Zuziehung eines zweiten Apparats, in einiger Entfernung vom Hauptapparate, unumgänglich nothwendig, um von den stündlichen Veränderungen der magnetischen Kraft Rechnung tragen zu können. Zu diesem Zweck ist seit August v. J., nachdem die im Jahre 1832 gebrauchten Apparate an das physikalische Kabinet abgegeben sind, in der Sternwarte ein grofser Magnetstab aufgehängt, mit übrigens ganz ähnlichem Zubehör, wie der Stab im magnetischen Observatorium. Der Magnet in der Sternwarte, gleichfalls aus Uslarschem Gufsstahl, ist 4 Fufs lang, fast drei Zoll breit, über einen halben Zoll dick, und wiegt 25 Pfund.

1) Die Beobachtungen vom 29. und 30. Nov. 1834 sind auf der diesem Hefte beigegebenen Tafel V dargestellt, die vom 1. und 2. Oct. wurden es bereits auf Taf. IV des Bd. XXXIII dieser Annalen. *P.*

1) Astron. Nachrichten, No. 276.

Er hängt an einem 16 Fufs langen tausendfachen Seidenfaden [1]), der oberhalb der Decke des Saals seine Befestigung hat, und durch eine kleine, in dieser Decke gemachte Oeffnung frei durchgeht. Der nächste Grund zur Wahl eines so schweren Stabes war die Absicht, den Luftzug, welcher in diesem Local nicht immer ganz abgehalten werden kann, und der auf die kleineren Apparate, ungeachtet der Beschützung durch einen umschliefsenden Kasten öfters störend einwirkte, unschädlich zu machen. Der Erfolg hat nicht nur *dieser* Erwartung entsprochen, sondern auch die anderen rücksichtlich der Genauigkeit aller daran zu machenden Beobachtungen noch weit übertroffen. Nur absolute Beobachtungen der Declination und Intensität bleiben natürlich wegen des in der Sternwarte vielfach vorhandenen Eisens davon ausgeschlossen.

Die gröfste Schwingung, welche der den Stab einschliefsende Kasten verstattet, beträgt etwa 27 Grad; die gröfste, welche auf der Skale unmittelbar noch gemessen werden kann, 9 bis 10 Grad, indem bei gröfseren die Gesichtslinie des Fernrohrs nicht mehr auf den fast vier Zoll breiten Spiegel trifft. Ist der Stab einmal in Schwingungen gesetzt, so nehmen diese in geometrischer Progression so langsam ab, dafs sie oft erst nach 10 oder mehreren Stunden auf die Hälfte herabkommen, obwohl zuweilen auch viel früher, von welchem Umstande unten noch besonders die Rede seyn wird. Die Dauer einer Schwingung des jetzt eingehängten Stabes, des stärksten aus einer gröfseren Zahl, die für das physikalische Kabinet angefertigt sind, beträgt etwa 42 Secunden, und diese Gröfse, welche wegen Temperatur und Veränderlichkeit des Erdmagnetismus einigen, obwohl sehr kleinen Veränderungen unterworfen ist (so wie auch vielleicht im Laufe der Zeit eine bis jetzt noch gar nicht spürbare Veränderung der Kraft des Stabes

1) Seit kurzem ist dieser mit einem Stahldraht vertauscht.

selbst eintreten kann), wird aus einigen wenigen Schwingungen schon so scharf bestimmt, dafs man dann den Stab auf acht und mehrere Stunden verlassen kann, ohne nachher über die Anzahl der inzwischen vollendeten Schwingungen zweifelhaft zu bleiben.

Eben so interessant, wie die rein magnetischen Beobachtungen, sind die mit diesem Apparat anzustellenden elektrodynamischen Versuche. Zu diesem Zweck ist der Stab von einem ähnlichen Multiplicator umgeben, wie der Stab des magnetischen Observatoriums, nur dafs jener gröfsere Dimensionen und eine Drahtlänge von 2700 Fufs in 270 Umwindungen hat. Dieser Multiplicator ist in die grofse, schon in dem früheren Bericht erwähnte Drahtkette gebracht, welche die Sternwarte, das magnetische Observatorium und das physikalische Kabinet verbindet, und in welcher der galvanische Strom zusammen eine Drahtlänge von 11000 Fufs, also fast einer halben geographischen Meile zu durchlaufen hat, und dann drei magnetische Apparate zugleich afficirt, nämlich:

I. Den 25pfündigen Stab in der Sternwarte.

II. Den 4pfündigen Stab im magnetischen Observatorium.

(Multiplicator von 200 Umwindungen.)

III. Den einpfündigen Stab im physikalischen Kabinet.

(Multiplicator von 160 Umwindungen.)

Einzelne Theile der Kette können in vielfachen Combinationen nach Gefallen mit Leichtigkeit abgesperrt werden.

Von den zahlreichen Versuchen, welche schon jetzt mit diesen Apparaten gemacht sind, führen wir hier nur einige an.

Wenn ein galvanischer Strom mit der Kette in Verbindung gesetzt wird, so erscheinen die Bewegungen der Magnetstäbe in den drei Apparaten so augenblicklich, dafs ihr Anfang sich auf einen kleinen Bruch einer Zeitsecunde genau beobachten läfst. Die Vergleichung der Uhren bei den drei Apparaten liefert so vollkommen

übereinstimmende Resultate, der Strom möge an dem einen Ende, oder an dem anderen, oder in der Mitte erzeugt seyn, dafs daraus die Unmefsbarkeit der Zeit, in welcher der Strom eine halbe Meile durchläuft, vollkommen bestätigt wird. Nach den interessanten Versuchen von **Wheatstone**, welche neuerlich in den *Philosophical Transactions* für 1834 bekannt gemacht sind [1]), und nach welchen der elektrische Strom im Metall eine gröfsere Geschwindigkeit zu haben scheint, als das Licht im Raume, liefs sich freilich ein solcher Erfolg schon vermuthen, obwohl sich daraus doch noch nicht unbedingt auf das Verhalten eines *galvanischen* Stroms und dessen Einwirkung auf die Magnetnadel schliefsen liefs.

Die Intensität eines galvanischen Stroms wird durch die Ablenkung der Magnetnadel, also zunächst durch Skalentheile gemessen oder bestimmt, allein offenbar in den drei Apparaten mit verschiedenen Einheiten, welche von den Dimensionen der Multiplicatoren und der Geltung der Skalentheile in Bogensecunden abhangen. Nun zeigen aber zahlreiche angestellte Versuche, dafs zwischen den Ablenkungen an den drei Apparaten durch denselben Strom in einerlei Augenblick stets genau ein constantes Verhältnifs stattfindet, der Strom möge an dem einen oder an dem anderen Ende, oder in der Mitte erzeugt seyn. Es ergiebt sich daraus das wichtige Resultat, dafs der Strom in seiner ganzen Länge dieselbe Intensität hat, wenigstens nichts merkliches davon verliert. Man wird in Zukunft besonders aufmerksam darauf seyn, ob dieses Resultat auch unter eigenthümlichen Umständen, namentlich während starken Regens, seine Gültigkeit behält.

Bei allen drei Apparaten sind Commutatoren (Gyrotrope) mit der Kette verbunden, wodurch man die Richtung des Stroms mit Leichtigkeit umkehren kann. Dem Commutator in der Sternwarte hat der Hofr. **Gaufs** eine

1) Siehe S. 464 dieses Hefts. *P.*

eigenthümliche Einrichtung gegeben, wonach diese Umkehrung durch einen einzigen Druck mit dem Finger, also augenblicklich bewirkt wird. Wenn man diese Umkehrung, immer in so grofsen Zeitfristen wie die Schwingungsdauer des Einen Stabes, wiederholt ausführt, so werden die Schwingungen dieses Stabes immer gröfser. Man hat dieses zu einem Experiment benutzt, wobei eine auffallende mechanische Wirkung hervorgebracht wird. Hr. Prof. Weber liefs zur Seite des Magnetstabes im physikalischen Kabinet eine leichte Auslösung für einen Wecker oder eine Pendeluhr anbringen. Dieses Auslösen gelingt jedesmal durch den von der Sternwarte aus geleiteten Strom nach ein Paar Schwingungen auf das Vollkommenste. Dafs man mit dem 25pfündigen Stabe eine noch viel stärkere mechanische Wirkung würde hervorbringen können, leuchtet von selbst ein.

Besonders wichtige Dienste leisten diese Apparate bei der Erforschung der mathematischen Gesetze, nach welchen sich die Erzeugung und die Wirkung der von Faraday entdeckten magneto-elektrischen Induction richten, und ihrer Zurückführung auf absolute Maafse, worüber der Hofr. Gaufs den Erfolg seiner Untersuchungen zu seiner Zeit an einem anderen Orte bekannt machen wird. Von den dabei angewandten Vorrichtungen erwähnen wir hier nur einer, womit diese Induction auf eine eben so einfache als scharf mefsbare Art dargestellt wird. Um eine hölzerne Rolle ist ein übersponnener Draht mit 1050 Umwindungen geführt, dessen Enden durch den Commutator mit der Kette in Verbindung gebracht werden. Diese Rolle kann über die freistehende Hälfte eines starken Magnetstabes geführt werden, und während dieser Operation geht allemal durch die Kette ein galvanischer Strom, ein starker, aber von kurzer Dauer, oder ein schwacher von längerer Dauer, je nachdem die Manipulation schneller oder langsamer geschieht, so dafs die Gesammtwirkung Eines Aufschiebens von der

Schnelligkeit der Operation unabhängig ist. Der Strom an sich dauert immer nur so lange wie die Bewegung der Rolle. Das Abziehen der Rolle bringt einen entgegengesetzten Strom hervor, eben so das Aufschieben mit dem entgegengesetzten Ende. Geschieht die Bewegung sehr schnell, so ist die Wirkung des Stroms auf die Magnetnadel in einem der mit der Kette verbundenen Multiplicatoren einem augenblicklichen Stofse von bestimmter Stärke gleich zu setzen. Abziehen und verkehrt wieder Aufstecken bewirkt also zwei gleichnamige Impulse der Magnetnadel, und ein neues Abziehen und wieder umgekehrt Aufschieben würde daher zwei unter sich gleiche, aber den vorigen entgegengesetzte Impulse hervorbringen; allein wenn dazwischen der Commutator gewechselt ist, so geschehen auch die letzten beiden Wirkungen in demselben Sinn, wie die beiden ersten. Ein solcher vollständiger Wechsel (Abziehen, Verkehrtaufstecken und Commutatorumstellung) geschieht ganz bequem in zwei Secunden, und man kann daher, wenn man will, während einer Schwingungsdauer des grofsen Magnetstabes bequem und tactmäfsig 21 Wechsel vollenden, und dadurch letzteren in so starke Bewegung bringen, dafs die ganze Skale aus dem Gesichtsfelde des Fernrohrs geht. Diese Andeutung wird hinreichen zu übersehen, wie die Stärke des durch diese Inductionsart entstehenden galvanischen Stroms mit Schärfe gemessen werden kann. Diese Stärke hängt aber zugleich von dem Widerstande ab, welchen die Kette selbst darbietet, und nimmt mehr oder weniger zu, je nachdem mehr oder weniger Stücke der Kette abgesperrt werden. Auf diese Weise ist das Verhältnifs des Widerstandes in den einzelnen Bestandtheilen der Kette und den Multiplicatoren mit grofser Schärfe bestimmt, und durch mannigfaltige Combinationen das schöne, von Ohm aufgestellte Gesetz, welches die Intensität eines Stroms bei einer Theilung befolgt, auf das Vollkommenste bestätigt. Nahe über-

einstimmende Resultate sind auch mit hydrogalvanischen Strömen gefunden; indessen eignen sich diese, wegen der Veränderlichkeit ihrer Stärke, weniger zu solchen Bestimmungen, und erfordern jedenfalls deshalb noch besondere Vorsichtsmafsregeln bei den Versuchen. Vielleicht ist nicht uninteressant, wenn hier bemerkt wird, dafs der ganze Widerstand in der in der Luft geführten doppelten Drahtverbindung zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Cabinet, in einer Drahtlänge von mehr als 6000 Fufs nur ungefähr halb so grofs ist, als der Widerstand, welchen der Strom blofs in dem Multiplicator des magnetischen Observatoriums (Drahtlänge 1100 Fufs) findet, oder nur den sechsten Theil des Widerstandes in der ganzen Kette beträgt; indessen erklärt sich diefs leicht aus der ungleichen Dicke des Drahts, und alle Versuche bestätigen, dafs bei Drähten von einerlei Metall der Widerstand immer im geraden Verhältnifs der Länge und im umgekehrten der *Fläche* des Querschnitts steht.

Wir haben oben erwähnt, dafs die Abnahme des Schwingungsbogens bei der grofsen Nadel in verschiedenen Zeiten sehr ungleich gewesen ist. Aehnliche Verschiedenheiten hatten sich schon im Jahr 1832 bei den kleinen Apparaten gezeigt, auch später bei der Nadel im magnetischen Observatorium; allein diese Verschiedenheiten blieben immer innerhalb viel engerer Gränzen, als bei dem Stabe der Sternwarte, wo die Abnahme des Schwingungsbogens von einer Schwingung zur folgenden in verschiedenen Versuchsreihen zwischen $\frac{1}{6000}$ und $\frac{1}{60}$ schwankte. Diese merkwürdige Erscheinung hat die Aufmerksamkeit des Hofr. Gaufs besonders auf sich gezogen, und es scheint dabei ein Zusammentreffen *mehrerer* Ursachen stattzufinden, die zum Theil noch jetzt räthselhaft bleiben; inzwischen ist es dem Hofr. Gaufs gelungen, diejenige Ursache, welche bei weiten den stärksten Einflufs hat, auszumitteln. Er bemerkte nämlich, dafs

allemal der Schwingungsbogen viel schneller abnahm, wenn die Kette geschlossen, als wenn sie offen war, und so war es leicht, als Ursache jener schnellen Abnahme, die Reaction eines in der Kette durch die Schwingung der Nadel selbst, vermöge der Induction, erzeugten galvanischen Stroms zu erkennen, welcher bei der folgenden Rückschwingung die entgegengesetzte Richtung hat, und stets auf Verminderung des Schwingungsbogens wirkt. Diese Erklärung bestätigte sich vollkommen, indem die Abnahme des Schwingungsbogens am langsamsten war bei offener Kette, schneller bei geschlossener aber vollständiger Kette; noch schneller, wenn einzelne Stücke der Kette abgesperrt waren; und am allerschnellsten (so dafs der Schwingungsbogen in einer halben Stunde auf die Hälfte kam), wenn die Kette gleich hinter dem Multiplicator des grofsen Stabes geschlossen war. Ja diese Unterschiede richteten sich vollkommen nach der Gröfse des wirksam bleibenden Theils der Kette.

Nachdem diese Erklärung gefunden war, war es leicht den Erfolg einiger Versuche vorauszusehen, welche wohl zu den auffallendsten im Gebiet des Elektromagnetismus gerechnet werden dürfen, und selbst die quantitativen Verhältnisse der Erscheinungen im Voraus zu berechnen, welche auch bei den wiederholt angestellten Versuchen stets auf das Vollkommenste bestätigt sind. Es sind folgende:

Wenn der Magnetstab in der Sternwarte (I) in Schwingungen gesetzt wird, etwa so grofse wie der Kasten verstattet, so haben diese gar keinen Einflufs auf die Nadeln im magnetischen Observatorium (II) oder im physikalischen Kabinet (III), sondern diese *bleiben* in Ruhe, wenn sie vorher in Ruhe waren, vorausgesetzt, dafs die Kette offen, oder wenigstens die die letzten Nadeln einschliefsenden Multiplicatoren davon abgesperrt sind. Allein in dem Augenblick, wo die Kette geschlossen oder z. B. der Multiplicator von II in die geschlos-

[redacted]

sene Kette hineingebracht wird, fängt die Nadel II sogleich an mitzuschwingen. Ist die Nadel II schon vorher in Schwingung gewesen, so erhalten die Schwingungen den eigenthümlichen Charakter *gemischter* Schwingungen, wovon die eine von dem Initialzustande abhängt, und dieselbe Periode hat, wie die Schwingungen dieser Nadel unter dem bloſsen Einfluſs des Erdmagnetismus (20"), während die andere eine Periode von 42" befolgt (wie die groſse Nadel I), und ihre Gröſse dem Schwingungsbogen von I proportional ist (etwa $\frac{1}{100}$, wenn die Kette hinter dem Multiplicator von II abgesperrt ist). Dieſs ist vollkommen mit den Resultaten der Theorie in Uebereinstimmung, eben so wie der stets genau bestätigte Umstand, daſs die Schwingungen von I und die inducirten Schwingungen von II, obwohl Perioden von gleicher Dauer, doch nicht gleichen Anfang haben, sondern stets eine halbe Schwingungszeit (21") in dieser Beziehung differiren, und zwar in dem Sinn, wie es nach den stattfindenden Umständen die Theorie vorausbestimmt. Was hier beispielsweise von der Nadel II gesagt ist, findet auf ganz ähnliche Weise bei der Nadel III statt, deren natürliche Schwingungsdauer 14" beträgt, und die unter der Einwirkung der Induction zusammengesetzte Schwingungen von 14" und 42" Periode befolgt.

Ein ganz anderer Erfolg muſs der Theorie zufolge in dem Fall stattfinden, wenn eine zweite Nadel, deren natürliche Schwingungsdauer genau eben so groſs ist, wie die des groſsen Magnetstabes, mit einem Multiplicator sich in der Kette befindet, in welcher der groſse Stab schwingt. Jene, so lange vollkommen ruhig, als die Kette offen ist, fängt gleichfalls in dem Augenblick an mit zu schwingen, wo die Kette geschlossen wird; allein diese Schwingungen, von derselben Dauer, wie die natürlichen, nehmen an Gröſse beständig zu, bis diese (erst nach sehr langer Zeit) zu einem Maximum kommt, wo der Widerstand der Luft der Vergröſserung durch die Inductions-

kraft das Gleichgewicht hält. Um diesen merkwürdigen Versuch wirklich anstellen zu können, wurde (da die Aufhängung eines großen Stabes wegen Mangel eines zweiten dafür passenden Multiplicators jetzt nicht thunlich war), der einpfündige Stab des physikalischen Kabinets durch Verbindung mit einem ähnlichen etwas schwächer magnetisirten auf bekannte Weise astatisch gemacht, oder vielmehr zu einer Doppelnadel, deren natürliche Schwingungsdauer genau auf 42",3 gebracht wurde. Der Versuch gelang auf das Vollkommenste. Der in der Sternwarte schwingende Stab theilte dieser Doppelnadel im physikalischen Kabinet, in dem Augenblick wo die Kette geschlossen wurde, wie durch eine wunderbare Sympathie seine Schwingungen mit, und zwar so, daſs jede folgende etwa 50 Skalentheile oder einen halben Grad gröſser wurde, als die vorhergehende. Bald ging das ganze Skalenbild aus dem Felde, allein fortwährend konnte man an der immer wachsenden Schnelligkeit, mit welcher das Skalenbild durch das Gesichtsfeld ging, die Zunahme des Schwingungsbogens erkennen. Ueber eine Stunde wurde dieſs wunderbar sympathetische Spiel beobachtet.

Es braucht kaum bemerkt zu werden, daſs auch der vierpfündige Stab im magnetischen Observatorium in die geschlossene Kette einen Strom inducirt, dessen Daseyn an der schnelleren Abnahme des Schwingungsbogens auf das Bestimmteste erkannt wird, und der daher auch auf die beiden andern Stäbe Wirkungen ausüben muſs, denen ähnlich, welche der erstere Versuch gezeigt hat; allein die Rechnung ergiebt und die Erfahrung bestätigt, daſs diese Wirkungen zu klein ausfallen, um merklich zu seyn. Noch weniger könnte also der schwächste Stab unter den dreien merkliche Wirkungen dieser Art erzeugen.

XVII. *Ueber die Striche, welche man beobachtet, wenn man mit bloſsem Auge durch eine schmale Spalte sieht; von Hrn. E. Peclet.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LIV p.* 379.)

Betrachtet man den Himmel oder einen leuchtenden Gegenstand durch eine schmale, nicht über ein halbes Millimeter breite Spalte, und befindet sich das Auge in einem geringeren Abstand von derselben als der des deutlichen Sehens, so gewahrt man eine groſse Anzahl dunkler Striche parallel mit den Rändern der Spalte. Diese ungemein leicht zu beobachtende Erscheinung ist noch nicht erforscht, und ich habe es daher nicht für uninteressant gehalten die Hauptumstände derselben zu studiren und die Ursachen derselben aufzusuchen.

Ich begann damit zu untersuchen, welchen Einfluſs das die Spalte erhellende Licht habe. Zu dem Ende bediente ich mich einer etwa ein halbes Millimeter breiten Spalte, gebildet aus zwei auf eine Glasplatte geklebte dünne Metallblättchen. Ohne die Breite der Spalte oder den Abstand des Auges zu ändern, beobachtete ich die Striche bei successiver Beleuchtung der Spalte durch das Licht des Himmels, einer freien oder mit einer matt geschliffenen Glaskugel bedeckten Lampe, durch das von Feuer, von Elektricität oder durch das von einem Blatt Papier unregelmäſsig reflectirte Licht. Immer fand ich die Striche in unveränderter Lage gegen einander. Ich ermittelte dann, daſs Lichter von verschiedenen Farben sich auf gleiche Weise verhielten, denn wenn ich die Spalte zum Theil durch rothes, blaues oder gelbes Glas bedeckte, erschienen die Striche hinter dem farbigen Glase genau in der Verlängerung derer, die im unbedeckten Theil der Spalte gebildet wurden.

Ich beschäftigte mich darauf mit aufmerksamer Untersuchung der Striche in der vom Himmelslicht erleuchteten Spalte. Diese Striche sind keinesweges vollkommen schwarz, sondern bloſs dunkel, und liegen nicht symmetrisch in der Spalte. Als ich versuchte sie durch eine Lupe zu betrachten, erschienen sie zahlreicher und weniger deutlich; daher war ich genöthigt mich an die Beobachtung mit bloſsem Auge zu halten. Entfernt man die Spalte von dem Auge, so werden die Striche weniger zahlreich, aber deutlicher, und ihre relativen Lagen verändern sich. In der Entfernung des deutlichen Sehens verschwinden sie vollständig, und in einem gröſseren Abstande kommen sie nicht wieder zum Vorschein. Macht man die Spalte allmälig breiter, so ändern die Striche ihre Lage und werden schwächer; ist die Spalte breiter als ein Millimeter, so erblickt man nur sehr schwache Striche dicht an den Rändern der Spalte, in der Mitte aber keine mehr. Betrachtet man in einem Abstande, geringer als der des deutlichen Sehens, die Ränder eines Körpers, so gewahrt man, daſs sehr schwache Striche den Körper umgeben, und wenn der Umriſs des Körpers aus sich schneidenden Linien gebildet ist, so sind die an den Seiten entstehenden Striche über den Scheitel des Winkels hinaus verlängert. Kreuzen sich zwei Spalten, so sind die Striche jeder Spalte in den gemeinschaftlichen Raum beider Spalten hinein verlängert, aber sie werden schwächer, und jener gemeinschaftliche Raum ist heller als jede Spalte. Wenn die Axen dreier Striche sich in einem Punkte schneiden, so sind die Striche der Spalten in den Ort ihres Durchschnitts verlängert, und das Sechsseit, welches der den drei Spalten gemeinschaftliche Ort bildet, ist heller als die dasselbe umgebenden Dreiseite, welche nur zweien Spalten gemeinschaftlich sind. Wendet man endlich krumme Spalten an, so folgen auch die Striche der Krümmung dieser Spalten.

Die eben beigebrachten Thatsachen erlauben nicht die Annahme, daſs diese Striche Diffractionserscheinun-

gen sind; vielmehr zeigen die folgenden Versuche, daſs sie im Auge gebildet werden.

Bringt man eine schmale Spalte vor das Auge und neigt dieselbe, so ändern die Striche ihren Ort und ihre Stellung; dasselbe ist der Fall, wenn man die Spalte unverrückt läſst und den Kopf neigt.

Die Bildung der Striche erklärt sich leicht in der Annahme, daſs im Auge eine gewisse Anzahl dunkler Punkte von sehr kleinem Durchmesser befindlich ist; es wird dann nämlich jeder leuchtende Punkt der Spalte einen Schatten von einem solchen Punkt auf die Netzhaut werfen, und die Reihe der so von den verschiedenen Punkten der Spalte gebildeten Schatten wird eine dunkle Linie bilden parallel mit der Spalte. Diese Striche werden in den Abstand des deutlichen Sehens verschwinden, weil die von einem und demselben Punkt der Spalte ausgehenden Strahlen beinahe in einem einzigen Punkt der Netzhaut wieder zusammentreffen; sie werden sich gleich bleiben, von welcher Natur, Farbe oder Gröſse der leuchtende Körper auch sey; sie werden sich vermehren und schwächen müssen, wenn man die Breite der Spalte vergröſsert; und eben so erklären sich in dieser Hypothese leicht die Erscheinungen, welche kreuzende Striche, krumme Schatten und Ränder von Körpern darbieten.

Man kann übrigens die Richtigkeit der obigen Erklärung durch einen entscheidenden Versuch darthun. Bringt man nämlich zwischen die Spalte und das Auge, dicht bei letzterem, einen Nadelknopf oder ein mit Tusch auf eine Glasplatte gemachtes schwarzes Pünktchen, so sieht man sogleich einen schwarzen Strich parallel der Spalte. Sieht man durch eine schmale Spalte, deren Länge man durch eine Platte, deren Rand senkrecht auf der Spalte steht, beliebig vermindern kann, und hat die Spalte eine Länge, die wenig von ihrer Breite verschieden ist, so erblickt man ein kreisrundes Feld, in dessen Mitte eine weiſse, fast senkrechte Linie, beinah so lang

wie ein Viertel des Durchmessers des Feldes, befindlich ist. Von jedem Ende gehen zwei andere weifse Linien aus, von denen drei sich bis zum Umfang erstrecken; der Rest des Feldes ist mit einer grofsen Anzahl mehr oder weniger dunkler Punkte besäet; neigt man den Kopf, so machen die Bilder dieselbe Bewegung, und wenn man die Spalte verlängert, entsteht aus jedem schwarzen Punkt des kreisrunden Feldes ein dunkler Strich.

Es bleibt nun noch zu wissen übrig, wo sie liegen und woraus sie bestehen die Punkte, welche die dunkeln Striche bilden. Offenbar müssen sie in einem Theil des Auges liegen, der von allen, von den verschiedenen Punkten der leuchtenden Linie ausstrahlenden Lichtbündeln durchdrungen wird; sie müssen also vor der Krystalllinse liegen. Was ihre Natur betrifft, so habe ich mich überzeugt, dafs die Erscheinungen, welche man beim Sehen durch eine kleine Oeffnung erblickt, bei allen Individuen gleich sind; die dunkeln Punkte sind also nicht zufällig, sondern in dem allgemeinen Bau des Auges begründet. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dafs diese dunkeln Punkte nicht von kleinen undurchsichtigen Körpern herrühren, sondern von der Structur der durchsichtigen Hornhaut, oder von der Membrane, welche die wäfsrige Flüssigkeit einhüllt. Begreiflich ist nämlich, dafs wenn eine Membrane, die aus einer vollkommen durchsichtigen Substanz besteht, durch eine warzige Oberfläche begränzt wäre, diese Warzen sich wie Linsen verhalten würden, und, dafs, wenn ihre Brennweiten sehr klein wären, das durch sie gegangene Licht sich jenseits dieser Weite zu einem offenen Kegel zerstreuen und so eine jede Warze auf einem entfernten Schirm einen Schatten wie von einem dunkeln Körper werfen würde [1]).

1) Vergl. die Beob. des Hrn. Aimé (Ann. Bd. XXXIII S. 479).

1835. ANNALEN *No.* 4.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIV.

I. *Ueber das Sättigungsvermögen der Borsäure;* *von J. J. Berzelius.*

(*Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1834)[1]).

Bekanntlich drücken wir im Allgemeinen das Sättigungsvermögen einer Säure durch die Sauerstoffmenge aus, die in einer Base enthalten ist, welche von 100 Theilen wasserfreier Säure zu einem neutralen Salze gesättigt wird. Wenn es sich um die stärkeren Säuren handelt, und besonders wenn die Base zugleich eine der kräftigeren ist, hält es nicht schwer zu sagen, was ein neutrales Salz sey. Sind stärkere Säuren mit schwächeren Basen vereinigt, so betrachtet man die Verbindung als neutral, wenn der Sauerstoff in der Base sich zum Sauerstoff in der Säure verhält wie in dem Natron- oder Kalisalz dieser Säure, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob die Reactionen der Verbindung fortwährend zeigen, dafs die Säure darin nicht so neutralisirt ist wie in dem mit dem Alkali hervorgebrachten Salze. Auch hier ist die Frage, was ein neutrales Salz sey, nicht zweideutig; besonders wenn sich daneben, bei Betrachtung der Zusammensetzung des Salzes nach den Ansichten der Atomentheorie, ein ganz einfaches Zahlenverhältnifs ergiebt, das nämlich: dafs die Base für jedes in ihr enthaltene Atom Sauerstoff ein Atom Säure aufnimmt, und folglich, wenn die Base ein Atom Sauerstoff enthält, mit einem Atom Säure ein neutrales Salz giebt. Wenn aber eine Säure schwach ist, wenn ihre Atomen-Zusammensetzung noch auszumitteln bleibt, so werden diese Verhältnisse verwickelter.

1) Eine vorläufige Notiz von dieser Arbeit wurde bereits in Bd. XXXIII S. 98 dies. Annal. mitgetheilt. *P.*

Die Salze der Kohlensäure mit Baryterde und Kalkerde reagiren, ungeachtet sie nicht ganz unlöslich in Wasser sind, nicht alkalisch, wenn der Sauerstoff der Säure das Zweifache des der Base ist, und, wenn man die Atomen-Zusammensetzung der Kohlensäure als gegeben betrachtet, bestehen sie aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis, lassen sich also als neutral ansehen. Das ihnen proportionale Kali- und Natronsalz wird deshalb auch für neutral gehalten, ungeachtet es stark alkalisch schmeckt und reagirt, und die Bicarbonate werden zu den Salzen mit Ueberschufs an Säure gerechnet, wiewohl auch sie alkalisch reagiren. Die Bicarbonate der alkalischen Erden existiren nur in aufgelöster Form, aber diese reagiren sauer. Hieraus ersieht man deutlich, wie unbestimmt der Begriff von Neutralität wäre, wenn er von dem Verhalten gegen die Pflanzensäure hergenommen würde.

Aus dem Vorhergehenden ist also klar, dafs wenn das Atomengewicht einer Säure gegeben ist, dasselbe auch mit dem Sättigungsvermögen der Fall ist, und umgekehrt; allein andererseits folgt daraus, dafs wenn eine Säure keine so starke Verwandtschaft zu Basen, besonders zu den alkalischen, besitzt, um mit ihnen bestimmte neutrale Verbindungen zu geben, das Sättigungsvermögen derselben sich nur aus deren Atomgewicht bestimmen läfst, sofern dieses anderweitig als im Zusammenhang mit dem Sättigungsvermögen gefunden werden kann, sonst werden beide unsicher und lassen sich nur vermuthungsweise mit gröfserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit festsetzen. Diefs letztere ist der Fall mit der Bor- und Kieselsäure gewesen.

Die Radikale beider Säuren gehen mit dem Fluor Verbindungen ein, welche sich nur in einem bestimmten Verhältnisse mit anderen Fluorüren vereinigen, und diefs Verhältnifs sollte man bei einer Atomen-Berechnung der Sauerstoff-Verbindungen zum Grunde legen können, zumal man weifs, dafs Wasser sie auf eine solche

[redacted]

Weise zerlegt, daſs die Radikale oxydirt werden und das Fluor auf Kosten des Wassers sich mit Wasserstoff verbindet.

Nimmt man z. B. an, das Fluorsiliciumkalium sey nach dem einfachsten Atomen-Verhältnisse seiner Elemente zusammengesetzt, so würde man die Zusammensetzung durch die Formel: $KF + SiF^2$ ausdrücken können, in welcher das Atom des Kiesels anderthalb Mal so schwer angenommen ist, als wir es gewöhnlich berechnen, und die Kieselerde bestände dann aus 1 Atome Kiesel und 2 Atomen Sauerstoff.

Ueberträgt man diese Berechnung auf die allgemeinste der auf unsern Erdkörper vorkommenden chemischen Verbindungen, nämlich den Feldspath, so würde das Atomenverhältniſs der Bestandtheile desselben werden:

$$=K^2\ddot{Si}^3 + \dddot{Al}^2\ddot{Si}^9,$$

d. h. das Thonerdesilicat im Feldspath würde bestehen aus 2 Atomen Basis und 9 Atomen Säure; dieſs ist unter den bisher aufgefundenen Verbindungsweisen niemals vorgekommen, und kann folglich, wegen seiner geringen Wahrscheinlichkeit, als Beweis betrachtet werden, daſs die Elemente in den Kieselfluorverbindungen nicht in dem, von der angeführten Formel vorausgesetzten einfachen Verhältnisse zusammengepaart seyn können. Wie diese zusammengesetzt angesehen werden, wenn die Kieselerde $=\dddot{Si}$ angenommen wird, ist bekannt.

Wollte man darauf bestehen, dasjenige Verhältniſs bei den Sauerstoff- und Fluorverbindungen, welches bei beiden die relativ einfachste Zahl liefert, als das richtige anzusehen, so würde die Kieselerde aus einem Atom von jedem Elemente bestehen, und der Fluorkiesel ein Atom Kiesel auf ein Doppelatom Fluor enthalten. Dabei würde es aber eben so ungewöhnlich, daſs 1 Atom Fluorkalium 2 Atome Fluorkiesel aufnehmen soll; auch würde beim Feldspath, wo das Atom Kali mit 3 und das der Thonerde mit 9 Atomen Kieselsäure vereinigt wäre, eine

Verbindungsweise eintreten, die nicht ihres Gleichen hat. Hier stehen wir also immer in Ungewifsheit.

Beim Bor ist dagegen das Verhältnifs ganz umgekehrt. Die Zusammensetzung der Borfluorverbindungen giebt den wahrscheinlichsten Typus für die der Borate; als man aber versuchte sie anzuwenden, war nicht eine einzige Verbindung bekannt, welche man mit Sicherheit so zusammengesetzt annehmen konnte, dafs der Sauerstoff in der Base ein Drittel von dem in der Säure wäre. Dagegen schienen alle Versuche anzudeuten, dafs die dem Borax proportionalen Salze, in denen der Sauerstoff der Säure das Sechsfache des der Base ist, sich vorzugsweise bilden würden. Zwar hat Arfvedson[1]) gefunden, dafs beim Zusammenschmelzen von wasserfreier Borsäure mit einem Ueberschufs von wasserfreiem kohlensauren Kali eine Quantität Kohlensäure fortgeht, deren Sauerstoff zum Sauerstoff der Borsäure (welcher bei Arfvedson's Arbeit noch nicht mit Sicherheit bestimmt war, weshalb auch der Versuch zu keinem Resultate führte) wie 2:3 ist; allein als er statt des Kalis kohlensaures Natron anwandte, ging die Hälfte mehr Kohlensäure fort. Bei den Versuchen, welche Arfvedson anstellte, um mehre Verbindungen von Ammoniak mit Borsäure darzustellen, erhielt er dieselben von solcher Zusammensetzung, dafs die Säure 4, 6 und 12 Mal so viel Sauerstoff als die Base enthielt (angenommen diese wäre $\dot{N}H^4$ oder Ammoniumoxyd).

Als ich später aus diesen Versuchen die Atom-Zusammensetzung der Borsäure herleiten wollte, glaubte ich, der Versuch führe zu der Vermuthung, die Säure bestehe aus 1 At. Bor und 6 At. Sauerstoff[2]). Nachdem indefs die Erfahrungen über die Verhältnisse, in welchen einfache Körper sich mit einander verbinden, sich allmä-

1) *Kongl. Vet. Acad. Handl. f.* 1824, *p.* 83. (Ann. Bd. II S. 130.)

2) *Ibid. p.* 89. (Ann. Bd. II S. 136.)

lig immer fort vermehrt hatten, wurde eine so grofse Anzahl Sauerstoffatome, verbunden mit Einem Atome eines einfachen Radikals, weniger wahrscheinlich, und wirklich sind jetzt 7 Atome Sauerstoff gegen 2 Atome eines einfachen Radikals bei den unorganischen Verbindungen das höchste bekannte Verhältnifs zwischen den Atomen des Sauerstoffs und eines Radikals. In Betracht hievon nahm ich an, die Borsäure enthalte 2 Atome Radikal und 6 Atome Sauerstoff, und fand diese Vorstellung um so weniger unpassend, als wir Säuren haben, die aus 2 Atomen Radikal mit 5 und 7 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt sind. Ungeachtet diese Ansicht Beifall fand, so ist sie doch von Andern als eine unbegründete dargestellt worden. Man übersah dabei mein Bemühen, die Annahme des Verhältnisses nicht über das durch die Erfahrung bestätigte auszudehnen, kraft dessen ich glaubte, für das Atomgewicht der Borsäure keine Menge annehmen zu dürfen, in welcher es nicht bekannt war, dafs sie mit Basen verbunden werden könnte.

Indefs haben sich späterhin andere Verhältnisse gezeigt. Heinrich Rose fand [1]), dafs in dem aus einer Boraxlösung mit salpetersaurem Silberoxyd gefällten Salz die Borsäure drei Mal so viel Sauerstoff, als das Silberoxyd enthält. Eben so fand Wöhler, dafs aus einem Gemenge von Borax und schwefelsaurer Talkerde unter gewissen Umständen eine ähnlich zusammengesetzte borsaure Talkerde herauskrystallisirt [2]). Meine eigenen Untersuchungen der tellursauren Salze, bei denen es gelang, das Atomgewicht der Tellursäure unabhängig von dem Sättigungsvermögen derselben zu bestimmen, zeigten ein sehr analoges Verhältnifs, wie bei der Borsäure. Es bildeten sich nämlich vorzugsweise Bi- und Quadritellurate, die dennoch, falls die Base ein Alkali war, alka-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XIX S. 153.

2) Ebendaselbst, Bd. XXVIII S. 525.

lisch reagirten, und die Verbindungen, welche, in der oben angeführten Bedeutung *neutral* waren, ließen sich nur mit besonderen Handgriffen darstellen. Dieſs erregte bei mir die Vermuthung, daſs neutrale Borate nur deshalb seither unbekannt gewesen seyen, weil man sie darzustellen nicht versucht habe.

In den zuvor erwähnten Versuchen war es mir nicht geglückt, ein diesem Sättigungsgrad entsprechendes Ammoniaksalz darzustellen. Dieſs beweist jedoch nicht viel, denn ein dem kohlensauren Kalk proportionales Salz von Kohlensäure und Ammoniak hat auch noch nicht in fester Gestalt erhalten werden können. Diese Verbindung brauchte nur zerflieſslich zu seyn, um niemals auf nassem Wege erhalten werden zu können. Daſs es dagegen eine solche Verbindung mit Kali giebt, haben die Versuche von Arfvedson gezeigt, wiewohl derselbe nicht gesucht hat, sie ungemengt zu erhalten.

Was das Natronsalz betrifft, so habe ich dabei eine andere Methode befolgt als Arfvedson. Ich löste Borax und kohlensaures Natron zusammen in Wasser, und kochte das Gemenge in einem Gefäſs, das mit einer in Kalkwasser geleiteten Gasentwicklungsröhre versehen war. Schon von den ersten Dämpfen begann das Kalkwasser getrübt zu werden, und dieſs dauerte so lange als das Kochen, welches eine Stunde fortgesetzt wurde, ab und zu unter Auffangung der Dämpfe in Kalkwasser. Nach diesem Verhalten scheint man berechtigt, den Borax als ein Biborat anzusehen. Darauf mengte ich krystallisirten Borax und wasserfreies kohlensaures Natron gepülvert zu gleichen Atomgewichten in einem wohl gewogenen Platintiegel und erhitzte die Masse, wobei sie sehr stark aufschwoll; als sie endlich ihr Volum nicht mehr vergröſserte, setzte ich den Tiegel in einen anderen gröſseren, legte den Deckel darauf, und erhitzte ihn bis zu der Schmelztemperatur des Silbers. Die Masse hatte genau eben so viel verloren, als zusammen das Wasser

[redacted]

des Boraxes und die Kohlensäure des Natrons betrug. Beim Oeffnen des Tiegels fand sich das Salz zwar etwas zusammengefallen, allein ohne alle Anzeigen von Schmelzung, wodurch es sich bestimmt vom Borax unterscheidet, da dieser beim Glühen flüssig wird. Das Salz wurde mit Wasser übergossen, welches es löste und sich dabei erhitzte. Die Lösung wurde durch Wärme unterstützt. Sie wurde in einem gegen den Luftzutritt hermetisch verschlossenen Gefäſse langsam erkalten gelassen, und schoſs dabei in groſsen, durchsichtigen und regelmäſsigen Krystallen an. Mehre derselben, welche sich nicht gruppirt hatten, bildeten schiefe vierseitige Prismen, mit schief abgeschnittenen Enden. Die Winkel, mit Haüy's Goniometer, ohne Anspruch auf groſse Genauigkeit bestimmt, betrugen 70° und 110°, und die schiefe Endfläche des Prismas machte gegen dieselben ungefähr gleiche Winkel.

Dieſs Salz hat folgende Eigenschaften. Es schmeckt ätzend alkalisch, und beschlägt ziemlich schnell an der Luft, wobei die Krystalle durch die Kohlensäure der Luft auf ihrer Oberfläche in ein Gemenge von Carbonat und Biborat verwandelt werden; doch dauert es lange ehe diese Veränderung den Krystall ganz durchdringt. Es schmilzt bei +57° C. in seinem Krystallwasser, gesteht aber nicht beim Erkalten; erst nach längerer Zeit schieſst das Salz an und dann oft durch und durch, wobei es obenauf eine dünne Schicht einer wasserhaltigeren Flüssigkeit zurückläſst. Ein Theil des Salzes wurde in seinem Krystallwasser geschmolzen und in einer verkorkten Flasche stehen gelassen. Es schoſs beim Erkalten nicht an, und es wurde mehre Tage einer Temperatur von 0° ausgesetzt, ehe sich Krystalle zeigten. Diese vermehrten sich langsam, und als sie ein Viertel der Masse ausmachten, goſs ich die Flüssigkeit ab und trocknete die Krystalle auf Flieſspapier, um deren Wassergehalt zu untersuchen. Löst man das Salz anfangs nur in der Menge Wasser, welche es zu seinem Krystallwasser

erfordert, so schiefst es viel schwerer an. Wenn das in seinem Krystallwasser geschmolzene Salz stärker erhitzt wird, so kommt es in's Kochen, gesteht endlich und fängt an aufzuschwellen, wobei es sich weit mehr aufbläht als der Borax, weil es sich nach Verlust seines sämmtlichen Wassers nicht mehr in der gewöhnlichen Glühhitze schmelzen läfst. Die schaumige Masse, welche nach dem Erkalten zurückbleibt, zerfällt zwischen den Fingern leicht zu Pulver und kohlensäuert sich sehr schnell an der Luft.

1,046 Grm. auserlesener Krystalle dieses Salzes, über Schwefelsäure von anhängender Feuchtigkeit befreit, hinterliefsen nach vollem Glühen 0,502 Grm. wasserfreien Salzes und verloren 0,542 Wasser, entsprechend 8 Atomen Wasser, so dafs die Zusammensetzung des Salzes durch $\dot{N}a\dddot{B} + 8\dot{H}$ ausgedrückt werden kann. 4,098 Grm. von den aus dem krystallisirten und sodann geschmolzenen Salze angeschossenen Krystallen gaben 2,26 Grm. geglühten Salzes, was einen Wassergehalt von 6 Atomen anzeigt. 8 Atome machen 52,11 Procent und 6 Atome 44,832 Procent Krystallwasser.

Das *Kalisalz* erhält man, wenn abgewogene Mengen von Borsäure und kohlensaurem Kali wohl gemengt und erhitzt werden. Es schmilzt in strenger Weifsglühhitze. Es löst sich in sehr wenig Wasser und kann daraus schwerlich in regelmäfsigen Krystallen erhalten werden. Es kohlensäuert sich an der Luft, und verhält sich ganz wie das vorhergehende.

Auflösungen dieser Salze, zu neutralen Auflösungen von Erd- und Metalloxydsalzen gesetzt, erzeugen andere Borate von demselben Sättigungsgrad. Was man dabei vielleicht nicht vermuthen würde, ist, dafs die Borate der alkalischen Erden auf diesem Punkt nicht unbedeutend löslich sind in Wasser, so dafs der anfangs enstandene Niederschlag sich wieder auflöst, bis ganz viel von dem

Borate hinzugesetzt worden ist. In der Wärme löst sich noch mehr als in der gewöhnlichen Temperatur.

Aus dem Angeführten folgt, dafs die Borsäure eine Klasse von Salzen liefert, in welchen die Säure drei Mal so viel Sauerstoff enthält als die Basis, in welchen folglich 1 Atom Säure als verbunden mit 1 Atom Basis von 1 Atom Sauerstoffgehalt angesehen werden kann. Nach dem oben festgestellten Begriff von Neutralsalzen müssen wir diese Salze als neutrale Borate betrachten, den Borax als ein Biborat, und die Salze, worin die Säure 12 Mal so viel Sauerstoff als die Basis enthält, als Quadriborate.

Die Zusammensetzung des *Boracits*, so wie sie durch Arfvedson's Versuche bestimmt worden [1]), nämlich 30,3 Talkerde und 69,7 Borsäure, wobei der Sauerstoff der Säure das Vierfache des der Base ist, bietet ein für eine Säure mit drei Atomen Sauerstoff minder gewöhnliches Verhalten dar. Diese Zusammensetzung, ausgedrückt durch die Formel $\dot{Mg}^3\dddot{B}^4$, ist zwar nicht ganz ohne Beispiel; allein so lange solche Verhältnisse selten sind, müssen sie verdächtig seyn. Es ist nicht das Resultat der Analyse, welches ich in Frage stelle, da dasselbe schwerlich mit einem etwas grofsen Fehler behaftet seyn kann, sondern die in obiger Formel ausgedrückte Vorstellung über die Verbindungsweise. Die doppelten elektrischen Axen der Verbindung und ihre unsymmetrischen Abstumpfungsflächen könnten möglicherweise auf einer Verbindung wie diese: $\dot{Mg}\dddot{B}^2+2\dot{Mg}\ddot{B}$ beruhen. Doch liegt diefs jenseits einer Gränze, welche die Erfahrung noch nicht zu übersteigen vermocht hat.

1) *Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1822, *p.* 92.

II. *Ueber einige Stickstoffverbindungen;*
von Justus Liebig.

Die nachfolgende Abhandlung umfaſst eine Reihe von neuen Verbindungen, deren Entstehung eben so sonderbar und merkwürdig ist, als ihr Verhalten und ihre Eigenschaften. Diese Verbindungen enthalten die Elemente der organischen Körper; sie haben in Beziehung auf ihre Veränderungen und Zersetzungen mit keiner Klasse eine gröſsere Aehnlichkeit, als mit der Klasse der thierischen Substanzen.

Die Untersuchung und Beschreibung fertig gebildeter organischer Verbindungen, so wichtig sie auch an und für sich ist, kann über die Gesetze, nach welchen Veränderungen und Zersetzungen in der organischen Natur vor sich gehen, wenig Aufschluſs geben; wir müssen hauptsächlich diese Verwandlungen zu erforschen suchen, und in dieser Beziehung kann in der organischen Chemie nur der analytische Weg zum Ziele führen.

Wir sind in diesem Theile der Chemie noch weit von dem scharf begränzten Standpunkte der anorganischen entfernt; jeder neue Körper findet in letzterer seinen Platz, seine Entdeckung ist die Geschichte seiner Verbindungen. Mit der einfachen Thatsache von der Natur des Broms kannte man alle Verbindungen die es einging. Aber auch die organischen Körper, so mannigfaltig sie seyn mögen, stehen zu einander ebenfalls in festen und begränzten Beziehungen, sie sind Glieder einer und derselben Kette, von welcher wir bis jetzt nur hier und da eine kleine Strecke verfolgen konnten. Jede neue Beobachtung, jeder neue Versuch, welche Anomalien er auch darbieten mag, giebt aber immer neue Anhaltpunkte zur Entwicklung dieses Zusammenhanges ab. Das Oxamid, früher eine isolirt

stehende Thatsache, ist zu einem Glied in einer consequenten Reihe von Erscheinungen geworden; die Zersetzung einiger Salze auf trocknem Wege hat über die trockne Destillation ganz befriedigende Aufschlüsse gegeben. Auf diese Weise werden nach und nach alle Erscheinungen in den Verbindungen und Verhältnissen der organischen Körper, jeder von diesen Körpern wird seinen Platz in dem Systeme finden.

Der Weg zu organischen Untersuchungen kann kein anderer als der analytische seyn; nur die Elementaranalyse kann dem Gange Sicherheit, kann den Folgerungen und Schlüssen Festigkeit geben. Ich will keineswegs dem Werth der qualitativen Untersuchung entgegentreten; allein diese vermehrt die Masse unserer Kenntnisse, ohne ihrem Gehalt das Geringste zuzusetzen; sie unterstützt unbestimmte Beobachtungen und läfst uns über das wahre Verhalten in Ungewifsheit. Wir können durch Behandlung einer organischen Materie, der Galle z. B., mit den verschiedenartigsten Agentien eine Reihe von Körpern abscheiden, deren Anzahl und Eigenschaften mit der Natur der Substanzen, aus denen sie hervorgegangen sind, in augenscheinlichem Widerspruch stehen. Die Analyse allein kann hier entscheiden, welche von diesen Körpern Erzeugnisse der Stoffe sind, die man darauf einwirken liefs; sie beweist mit unumstöfslicher Gewifsheit, auf welche Weise Veränderungen vor sich gegangen sind, und welche Körper daran Antheil genommen haben.

Unsere Einsicht in die geheimnifsvollen Processe der Ernährung etc. des thierischen Organismus wird eine ganz andere Bedeutung gewinnen, wenn, anstatt uns zu begnügen die in den verschiedensten Organen vorkommenden Stoffe in zahlreiche andere Verbindungen zu zerlegen, Verbindungen, deren Eigenschaften uns nichts lehren, wenn wir, ohne auf diese Eigenschaften Rücksicht zu nehmen, ihren Veränderungen und Verwandlungen Schritt vor Schritt durch die Elementaranalyse folgen.

Indem wir auf diese Weise von einem Ringe zum andern gelangen, nähern wir uns ohne Zweifel dem Punkte immer mehr, von welchem die Kette ausgeht, so unendlich weit er auch entfernt seyn mag; allein wir nähern uns.

Wir wissen, daſs der Sauerstoff der Luft zu dem Blute bei dem Athmungsprocesse in einer bestimmten Beziehung steht; wir weisen die Veränderungen nach, welche die Luft erleidet, und beobachten die Erscheinungen, die in der Lunge vor sich gehen; wenn es aber der Chemie nicht gelingt, in dem thierischen Körper alle Veränderungen in den Organen und den damit in Wechselwirkung kommenden Stoffen zu verfolgen und Einsicht in dieselben zu erlangen, so lohnt es sich nicht der Mühe sich damit zu beschäftigen; so viel halte ich für gewiſs: der Weg, den man zeither eingeschlagen hat, zersplittert die Kräfte, ohne reellen Gewinn zu bringen.

In den Versuchen, welche ich jetzt beschreiben will, habe ich die Veränderungen zu verfolgen gesucht, welchen ein ternär zusammengesetzter Körper unter gewissen Umständen unterliegt; ich habe diese Veränderungen rein analytisch behandelt, und in vielen anderen Beziehungen wird man deshalb die Versuche sehr unvollkommen finden. Dieser Körper ist das Schwefelcyan.

Die thierischen und vegetabilischen Körper sind ebenfalls ternär zusammengesetzte Atome, und wenn man auch unter diesen bis jetzt keine gefunden hat, die mit den folgenden in einer bestimmten Beziehung stehen, so ist auf der andern Seite vollkommen gewiſs, daſs die Modificationen und Zersetzungen, die sie durch die gewöhnlichen Reagenzien erfahren, auf dieselbe oder auf eine ähnliche Art vor sich gehen.

Wenn man durch eine Auflösung von Schwefelcyankalium einen Strom Chlorgas leitet, oder statt dessen mit verdünnter Salpetersäure kocht, so schlägt sich ein hochgelber pulvriger Körper nieder, dessen Zusammensetzung mit der des Radikals der Schwefelblausäure identisch ist;

ich habe ihn deshalb in einer früheren Arbeit als Schwefelcyan betrachtet.

In trocknem Zustande erhitzt, zerlegt sich dieses Schwefelcyan; man erhält eine beträchtliche Menge Schwefel und Schwefelkohlenstoff, und es bleibt eine citronengelbe pulvrige Substanz zurück, welche den Ausgangspunkt der folgenden Versuche bildet.

Dieser Körper ist schon vor mir von Berzelius bei Destillation des Schwefelcyanquecksilbers beobachtet worden; er bemerkte die Feuerbeständigkeit desselben, indem er fand, dafs er weniger flüchtig sey als Zinnober.

Das Schwefelcyanquecksilber liefert die nämlichen Producte wie das Schwefelcyan, nur dafs man, anstatt Schwefel, Schwefelquecksilber erhält. Es ist klar, da sonst kein anderes Product bei diesen Zersetzungen als Schwefel, Schwefelkohlenstoff und der gelbe Körper erhalten wird, dafs letzterer reicher an Stickstoff seyn mufs als das Cyan, indem ein Theil seines Kohlenstoffs, mit Schwefel verbunden, weggeht.

In der That enthält dieser Körper, nachdem er bis zum Rothglühen erhitzt worden, keinen Schwefel; er ist im Wasser und allen indifferenten Flüssigkeiten unlöslich und wird davon nicht verändert.

Einer Temperatur ausgesetzt, bei welcher grünes Bouteillenglas weich wird, zerlegt er sich in reines Cyangas und Stickgas, und zwar werden von 4 Vol. des Gasgemenges 3 Vol. durch Kali absorbirt, während reines Stickgas zurückbleibt.

Wird er vermittelst Kupferoxyd verbrannt, so erhält man Kohlensäure und Stickgas im Verhältnifs $=3:2$.

Ueber seine Zusammensetzung kann man darnach nicht zweifelhaft seyn, der Art ihrer Bildung nach enthält diese Substanz nur Stickstoff und Kohlenstoff.

6 At.	Kohlenstoff	453,622	39,36
8 -	Stickstoff	708,144	60,64

Die Entstehung dieses Körpers aus dem Schwefel-

in langen Nadeln eine besondere Säure, auf deren nähere Untersuchung, so wie auf die des vorhergehenden Kalisalzes, ich später zurückkommen werde.

Zur Darstellung von möglichen Verbindungen des Melons mit Wasserstoff oder Sauerstoff gaben diese Wege keine Hoffnung; ich habe durch directe Zersetzung der Schwefelblausäure diesem Zweck näher zu kommen gesucht.

Es ist bekannt, daſs durch Destillation des Schwefelcyankaliums mit Schwefelsäure ein Theil der abgeschiedenen Schwefelsäure zerlegt wird; man bemerkt, daſs das Destillat Schwefelwasserstoff und Blausäure enthält, und im Rückstande findet man ein anderes Product, einen hellgelben pulverigen Körper, der zum Theil in Wasser oder in sauren und alkalischen Flüssigkeiten auflöslich ist. Mit der Säure findet man ferner Ammoniak verbunden. Gewöhnlich schreibt man diese Zersetzung einer Reaction der Bestandtheile der Schwefelblausäure auf die Schwefelsäure zu; allein, welche Säure man auch nehmen mag, Phosphorsäure, Kleesäure oder Salzsäure, man bemerkt stets, daſs ein Theil der Schwefelblausäure auf dieselbe Weise sich zersetzt. Um diese Säure ganz rein zu haben, giebt es, beiläufig bemerkt, keine andere Methode, als die von Berzelius, nach welcher Schwefelcyansilber durch Schwefelwasserstoffsäure oder sehr verdünnte Salzsäure zerlegt wird. Obgleich mich diese Zersetzung meinem Zwecke, nämlich eine Wasserstoffverbindung unter ihren Producten zu finden, nicht näher gebracht hat, so will ich sie doch mit einigen Worten beschreiben.

Wenn man in einer tubulirten Retorte, welche mit einem Kühlapparate verbunden ist, Schwefelcyankalium schmilzt und getrocknetes salzsaures Gas darüber leitet, so wird dieses Salz mit groſser Heftigkeit zerlegt. Wöhler hat schon gefunden, daſs die Schwefelblausäure in freiem Zustande für sich nicht bestehen kann; sie zerlegt sich

sich gröfstentheils in eine feste Substanz, welche den Hals der Retorte mit einer dicken Masse überzieht; sie ist dunkelroth, scharlachroth, rothgelb und stellenweis hochgelb gefärbt. Es entwickelt sich bei dieser Zersetzung kein permanentes Gas. Leitet man das überschüssige salzsaure Gas, ohne es abzukühlen, in Wasser, so erwärmt sich letzteres wie gewöhnlich, aber man sieht bei einer gewissen Temperatur ein förmliches Aufwallen, wie in einer siedenden Flüssigkeit, entstehen. Wird das Gas hingegen stark abgekühlt und das Wasser kalt gehalten, so sieht man darin Schwefelkohlenstoff in grofsen klaren Tropfen niederfallen. Das Aufwallen in dem erwärmten Wasser wird allein durch die Verflüchtigung dieses Körpers veranlafst. Das vorgeschlagene Wasser wird von aufgenommener Salzsäure sehr sauer; es enthält Spuren eines krystallinischen gelben Körpers, und liefert beim Abdampfen krystallisirten Salmiak. Während der ganzen Operation bemerkt man einen starken Geruch nach Blausäure.

Die feste rothe Masse, die sich in dem Retortenhalse absetzt, verbreitet an feuchter Luft saure Dämpfe, welche Eisensalze röthen; sie ist in Weingeist vollkommen löslich, die Auflösung ist roth, reagirt nicht sauer und besitzt einen knoblauchartigen Geruch. Durch diese Eigenschaft, die, wie es scheint, von einer Zersetzung begleitet ist, unterscheidet sich diese Substanz wesentlich von dem gelben pulverförmigen Schwefelcyan, welches vom Alkohol nicht aufgenommen wird.

Aber auch in Wasser ist dieses Product auflöslich, beim Kochen wird davon eine beträchtliche Menge aufgenommen, indem das Wasser sehr sauer wird. Bei dem ersten Erhitzen entsteht in dem Wasser ein Aufbrausen wie von Entwicklung einer gasförmigen Substanz, welches so lange anhält, als die Auflösung dauert; was hier weggeht ist kein Gas, sondern Schwefelkohlenstoff, der selbst dann zum Vorschein kommt, wenn die feste Sub-

stanz zur Vertreibung des mechanisch anhangenden Schwefelkohlenstoffs vorher erhitzt worden war.

Beim Erkalten der rothgelb gefärbten Auflösung, welche auf Eisensalze die bekannte Färbung der Schwefelblausäure hervorbringt, schlägt sich ein rothgelber pulvriger Körper nieder, der ausgewaschen nicht auf Pflanzenfarben reagirt; er löst sich in heifsem Wasser leicht auf und kann unverändert daraus wieder erhalten werden. Diese Auflösung fällt salpetersaures Silber in gelben dikken Flocken, die, in der Flüssigkeit erhitzt, schwarz oder schwarzgrün werden, während sich ein Gas entwickelt.

Darnach besitzt dieser Körper Aehnlichkeit mit dem von Wöhler entdeckten Schwefelwasserstoffcyan; allein letzteres ist in Wasser bei weitem weniger leicht löslich und seine Zersetzung mit Silbersalzen ist ungleich rascher, jedenfalls scheint die Zusammensetzung beider ähnlich zu seyn.

Da dieser Körper Schwefel in beträchtlicher Menge enthält, und ich kein Product wahrnehmen konnte, was auf eine supponirte Wasserstoffverbindung des Melons schliefsen liefs, so habe ich mich nicht weiter damit beschäftigt.

En anderer Weg, nämlich die trockne Destillation von schwefelblausaurem Ammoniak oder Schwefelcyanammonium, hat mich von meinen ursprünglichen Versuchen ganz abgeführt; ich hatte gehofft, unter den Producten dieses Salzes eine Melonwasserstoffsäure, verbunden mit Ammoniak zu finden; das Hauptproduct derselben ist aber ein neuer Körper, durch dessen Behandlung mit Alkalien und Säuren eine Reihe neuer Verbindungen entsteht, die ich jetzt beschreiben will.

Verhalten des Schwefelcyanammoniums bei der trocknen Destillation.

Die Darstellung des Schwefelcyanammoniums im trocknen Zustande ist, seiner Zerfliefslichkeit wegen, mit Schwierigkeiten verknüpft, und da ein Gemenge von Schwefelcyankalium mit Salmiak durchaus das nämliche Resultat giebt, so ist bei allen folgenden Versuchen, wo von der Destillation dieses Salzes die Rede ist, ein Gemenge von 2 Th. Salmiak mit 1 Th. Schwefelcyankalium verstanden.

Dieses Salz ist, beiläufig bemerkt, genau zusammengesetzt wie Harnstoff, in welchem der Sauerstoff durch Schwefel vertreten ist, man wird die Aehnlichkeit beider Formeln in die Augen fallend finden:

Harnstoff	$2C + 4N + 8H + 2O$
Schwefelcyanammonium	$2C + 4N + 8H + 2S$.

Schon bei einer Temperatur, welche den Siedpunkt des Wassers um einige Grade übersteigt, zerlegt sich dieses Salz, und diese Zersetzung ist um so vollständiger, je weniger man sich beeilt die Temperatur zu steigern.

Bei der ersten Einwirkung des Feuers entwickelt sich eine beträchtliche Menge Ammoniakgas; nach einiger Zeit bemerkt man Schwefelkohlenstoff, und man sieht in dem Halse der Retorte eine Menge Krystalle von Schwefelammonium.

Die Quantität des Ammoniaks ist so beträchtlich, dafs aller Schwefelkohlenstoff als Gas diesem beigemengt bleibt und sich nicht verdichtet; wenn man aber die Ausgangsröhre des Kühlapparates, den man mit der Retorte verbunden hat, in Wasser leitet, so sieht man mit jeder Gasblase Ammoniak, die sich verdichtet, einen Tropfen Schwefelkohlenstoff zu Boden fallen. Man wird es nicht ohne Vortheil finden, letzteren bei dieser Zersetzung zu sammeln, denn man erhält davon beinahe den vierten Theil vom Gewicht des angewendeten Schwefelcyankaliums.

Während des ganzen Verlaufs der Destillation entwickelt sich kein beständiges Gas, das Schwefelcyanammonium zerlegt sich gänzlich in Ammoniak, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff und in einen neuen Körper, welcher mit Chlorkalium und überschüssigem Salmiak gemengt in der Retorte zurückbleibt.

Der Rückstand ist weifsgrau; durch anhaltendes Waschen wird er von den beigemengten Salzen vollkommen befreit. In diesem Zustande ist er in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich; er enthält keinen Schwefel unter seinen Bestandtheilen, aber häufig ist ihm Schwefel mechanisch beigemengt, wenn das zu seiner Darstellung angewendete Schwefelcyankalium zu stark geschmolzen worden war, in welchem Falle sich etwas Schwefelleber bildet. Dieser Schwefel läfst sich aber als gelbes schweres Pulver durch blofses Schlemmen abscheiden.

Dieser Körper, den ich *Melam* [1]) nennen will, wird bei starker Hitze zersetzt; es entwickelt sich Ammoniak, ein geringer krystallinischer Sublimat, und es bleibt ein gelber Rückstand, der beim Glühen in Cyan und Stickgas zerfällt. Nur so lange erhitzt, bis er gelb geworden ist, giebt dieser Rückstand, mit Kali gekocht, das nämliche krystallinische Kalisalz, was ich beim Melon erwähnt habe.

Durch dieses Verhalten wird es ersichtlich, dafs das Melam in dem Zustande, in welchem es nach der Zersetzung des Schwefelcyanammoniums zurückbleibt, zur Analyse nicht anwendbar ist, weil stets eine Portion davon, besonders an den Stellen der Retorte, die dem Feuer am nächsten waren, die nämliche Veränderung erlitten hat.

Aus dem Grunde nun, um die Zersetzung des Me-

1) Ich enthalte mich, Gründe für die Namen anzuführen, denen man in dieser Abhandlung begegnet; sie sind, wenn man will, aus der Luft gegriffen, was den Zweck genau so gut erfüllt, als wären sie von der Farbe oder einer Eigenschaft abgeleitet.

lams durch die Hitze möglichst zu verhüten, habe ich eine viel gröfsere Menge Salmiak damit gemengt, als der Rechnung nach nöthig gewesen wäre. Den Salmiak, den man seiner zähen Beschaffenheit wegen nicht gut in ein feines Pulver verwandeln kann, erhält man leicht in dieser Beschaffenheit, wenn man eine heifse concentrirte Lösung dieses Salzes in eine Flasche bringt und bis zum Erkalten heftig schüttelt.

Das Melam wird von einer mäfsig concentrirten Kalilauge beim Kochen aufgelöst, und nach und nach völlig zersetzt. Wenn aber die Flüssigkeit, noch ehe alles Melam verschwunden ist, filtrirt wird, so schlägt sich daraus ein weifses, schweres, körniges Pulver nieder, welches diesen Körper im reinen Zustande darstellt; durch fortgesetztes Kochen würde es ebenfalls verschwunden seyn. Diesen Niederschlag aus der heifsen alkalischen Auflösung habe ich benutzt, um seine Zusammensetzung auszumitteln.

In Hinsicht auf alle Analysen der folgenden Körper, habe ich zu bemerken, dafs die Methode des Hrn. Gay-Lussac zur Bestimmung des Stickstoffs vollkommen ausreichend gewesen ist. Durch Anwendung von sehr fein zertheiltem metallischem Kupfer, bei sehr langsam vorschreitender Verbrennung, konnte die Bildung des Salpetergases vollkommen vermieden werden. Bei der Verbrennung habe ich ferner das Verfahren der HH. Dumas und Pelletier, um alle Luft aus dem Apparate auszutreiben, sehr zweckmäfsig gefunden. Nachdem nämlich das Kupferoxyd vor dem Gemisch in völliges Glühen gebracht worden war, erhizte man das Gemisch in dem hinteren verschlossenen Ende der Verbrennungsröhre, eine Länge von 1 $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll zuerst bis zum Glühen. Das Gas, was sich dabei entwickelte, und das alle atmosphärische Luft des Apparates vor sich hertrieb, wurde nicht aufgefangen. Die Verbrennung wurde alsdann wie gewöhnlich fortgesetzt. Die hinreichend scharfen Con-

trolen, die ich bei diesen Körpern anzuwenden vermochte, liefsen mir keinen Zweifel, dafs alle übrigen weniger einfachen Wege überflüssig waren.

Durch die qualitative Analyse des bei der Verbrennung des Melams mit Kupferoxyd erhaltenen Gasgemisches wurde Sticktoff und Kohlensäure in dem Verhältnifs =11 : 12 erhalten. Das Atomverhältnifs des Kohlenstoffs zum Stickstoff ist mithin =6 : 11. Es wurden ferner erhalten:

I. 0,618 Grm. Substanz 0,680 Kohlensäure u. 0,224 Wass.
II. 0,639 - - 0,706 - - 0,222 -

Diefs giebt für 100 Th. folgende Verhältnisse:

	I.	II.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	30,4249	30,5501	30,8116	6
Wasserstoff	4,0275	3,8601	3,7724	9
Stickstoff	65,5475	65,5898	65,4160	11

Seiner Darstellung nach kann das Melam, aufser Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, keinen anderen Bestandtheil enthalten; auch ohne das relative Verhältnifs des Stickstoffs zur Kohlensäure auszumitteln erhält man die nämliche Zusammensetzung, wenn nach der Bestimmung des Wassers und Kohlenstoffs der Stickstoff als Complement der verbrannten Menge der Substanz genommen wird.

Eine qualitative Analyse des bei der Destillation von Schwefelcyanammonium zurückbleibenden unreineren Körpers, von dem oberen Theile des Gemisches genommen, gab in Volumtheilen:

$N + CO_2$	99 ;	92 ;	101
N	48 ;	43,5 ;	49
N : C	=5,5 : 6		

also genau dasselbe Verhältnifs wie im reinen Melam, so dafs man über die Identität beider nicht zweifelhaft seyn kann.

[redacted]

Die Zusammensetzung $C_6 N_{11} H_9$ erklärt die Bildung des Melam saus dem Schwefelcyanammonium vollkommen; aus 4 Atomen des letzteren $C_8 N_{16} H_{32} S_8$ erhält man folgende Producte:

1 At.	Melam	6C+11N+ 9H
2 -	Schwefelkohlenstoff	2C +4S
5 -	Ammoniak	5N+15H
4 -	Schwefelwasserstoff	+ 8H+4S
4 At.	Schwefelcyanammon.	8C+16N+32H+8S.

Man hat in allen Versuchen von Melam und Schwefelkohlenstoff sehr nahe die Quantität erhalten, welche die Formel, der Rechnung nach, anzeigt.

Die Zersetzung des Melams durch Säuren ist sehr sonderbar. Wenn man diesen Körper mit concentrirter Salpetersäure (1,413) kocht, bis völlige Auflösung erfolgt ist, so erhält man nach dem Erkalten eine Menge durchsichtiger Krystalle, welche alle Eigenschaften einer Säure besitzen. Diese Krystalle haben, aus Säuren krystallisirt, dieselbe Form wie die wasserfreie Cyanursäure, und, aus Wasser krystallisirt, die Krystallform der wasserhaltigen. Die aus Wasser krystallisirte Säure enthält denselben Gehalt an Krystallwasser und bildet die nämlichen Salze wie die Cyanursäure; diese Salze, so wie die Säure selbst, haben ferner die nämliche Zusammensetzung, es ist mit einem Wort ganz reine Cyanursäure.

Bei dieser Zersetzung, bei welcher durch keine andere Säure das nämliche Product hervorgebracht wird, bemerkt man keine Entwicklung von Salpetergas; man findet aber in der Salpetersäure eine beträchtliche Menge Ammoniak, und aus dieser Ammoniakbildung erklärt sich die Entstehung der Cyanursäure vollkommen.

1 At. Melam $C_6 N_{11} H_9$ giebt 5 At. Stickstoff ab, welche mit 15 At. Wasserstoff 5 At. Ammoniak bilden. Zu den 9 Atomen Wasserstoff, welche in der Substanz enthalten sind, treten mithin noch 6 At., welche nur das

Wasser der Salpetersäure liefern kann, aber der Sauerstoff, der mit diesen 6 At. Wasserstoff zu Wasser verbunden war, vereinigt mit den 6 At. Kohlenstoff und 6 At. Stickstoff (=6 At. Cyan), bildet 3 At. Cyansäure, die durch weitere Aufnahme von 3 At. Wasser 2 At. Cyanursäure ($=C_3N_3H_3O_3$) bilden.

2 At. Cyanursäure	$=6C+6N+6H+6O$
+5 - Ammoniak	$5N+15H$
	$6C+11N+21H+6O$

enthalten die Elemente von

1 At. Melam	$=6C+11N+9H$
+6 At. Wasser	$+12H+6O$
	$6C+11N+21H+6O.$

Mit Kalihydrat *geschmolzen* verhält sich das Melam genau wie gegen Salpetersäure, nur dafs hierbei nicht cyanursaures Kali, sondern cyansaures entsteht. Die Masse bläht sich heftig auf, liefert eine grofse Menge Ammoniak, und zuletzt bleibt, wenn man genug Melam zugesetzt hat, vollkommen neutrales cyansaures Kali, welches leicht und ohne Schäumen schmilzt, und nach dem Erkalten zu einer durchsichtigen krystallinischen Masse erstarrt.

Das rohe unreine Melam, so wie es die Destillation des Schwefelcyanammoniums liefert, würde ein sehr gutes Mittel abgeben, um sich leicht und schnell grofse Mengen cyansaures Kali darzustellen; wir lernen aber noch einige Körper kennen, die sich für diesen Zweck noch besser eignen.

Wenn man Melam, oder was für diesen Zweck das Nämliche ist, den rohen Körper mit Salzsäure kocht, so löst er sich vollständig auf, die Auflösung enthält Ammoniak, und einen neuen Körper, auf dessen Untersuchung ich zurückkommen werde. Verdünnte Schwefelsäure verhält sich wie Salzsäure; allein concentrirte Schwe-

felsäure erzeugt neben Ammoniak ein anderes Product, sehr ähnlich dem vorhergehenden, aber in seiner Zusammensetzung und seinem Verhalten von ihm verschieden.

Man wird es, wie ich glaube, bemerkenswerth finden, dafs hier ein und derselbe Körper mit drei verschiedenen Säuren, ohne davon etwas aufzunehmen, drei verschiedene Producte liefert; bei organischen Verbindungen bemerkt man dieselbe Erscheinung, ohne dafs sie sich aber bei allen so leicht verfolgen läfst.

Kocht man Melam mit einer mäfsig starken Kalilauge, bis dafs es völlig verschwunden ist, und dampft die klare Auflösung ab, so sieht man, bei einem gewissen Punkte, glänzende Blättchen in der Flüssigkeit entstehen, deren Menge beträchtlich zunimmt, wenn man sie jetzt erkalten läfst.

Die über diesen Krystallen stehende Flüssigkeit enthält davon kaum noch Spuren; sie giebt, mit Säuren neutralisirt, oder mit Salmiak oder kohlensaurem Ammoniak versetzt, einen dicken, weifsen, aufgequollenen Niederschlag, einen neuen Körper, identisch, wie wir sehen werden, mit dem, der durch Behandlung des Melams mit Salzsäure entsteht.

Dampft man die Lauge weiter ab, ohne sie zu neutralisiren oder mit Salzsäure zu versetzen, so bilden sich darin lange feine Nadeln; es ist das nämliche Kalisalz, welches durch Behandlung des Melons oder des bis zum Gelbwerden erhitzten Melams mit Kali gebildet wird. Dieses Kalisalz ist kein Zersetzungsproduct des Melams, denn es bildet sich nur dann, wenn man den rohen Körper genommen hat; es entsteht von derjenigen Portion desselben, welche durch die Hitze bei seiner Darstellung in die gelbe Substanz verwandelt worden war, neben Ammoniak, was sich während des ganzen Verlaufs der Auflösung entwickelt.

Der eben erwähnte krystallinische Körper, den ich *Melamin* nennen will, ist eine wirkliche Basis, ähnlich

den organischen Basen, die erste, deren Bildung und Entstehung sich leicht bis zu ihrem Ursprunge verfolgen läſst.

Melamin.

Zur Darstellung dieser Substanz nimmt man den ausgewaschenen Rückstand der Destillation von zwei Pfund Salmiak mit einem Pfund Schwefelcyankalium, übergieſst ihn mit einer Auflösung von zwei Unzen geschmolzenem Kalihydrat in drei bis vier Pfund Wasser und erhält das Ganze beim Sieden oder nahe bei dieser Temperatur, bis die Flüssigkeit hell geworden ist. Nach drei Tagen ist die Auflösung meistens vollendet.

Während des Kochens verwandelt sich die Farbe des rohen Körpers in eine weiſsgelbliche, die Flüssigkeit wird wie Milch und ihre Consistenz vermehrt sich; von Zeit zu Zeit ersetzt man das verdampfte Wasser durch Hinzugieſsen einer Kalilauge von derselben Stärke. Nachdem die Flüssigkeit klar geworden ist, wird sie filtrirt, und die Lauge bei gelinder Wärme abgedampft, bis man in derselben glänzende Blättchen bemerkt. Man läſst sie nun langsam erkalten, wäscht die gebildeten Krystalle mit Wasser mehrmals ab und reinigt sie vollständig durch mehrmaliges Krystallisiren.

Das Melamin erhält man auf diese Weise vollkommen rein, und in ziemlich groſsen farblosen Krystallen, welche einen sehr starken Glasglanz besitzen.

Die Krystalle sind Rhombenoctaëder, bei welchen die Winkel in zwei Kanten, die man als Endkanten betrachten kann, 75° 6′ und 115° 4′ betragen. Die angegebenen Winkel sind nicht für sehr genau zu halten, da die Beschaffenheit der Fläche keine genaue Messung erlaubte. Die Krystalle sind spaltbar parallel den geraden Abstumpfungen der schärferen Seitenecken; die Spaltungsflächen sind glänzend, aber unterbrochen, die Krystalle weiſs und wenig durchscheinend. An der Luft sind

sie unveränderlich und enthalten kein Krystallwasser. In kaltem Wasser ist das Melamin schwer, in kochendem leichter auflöslich; von Aether und Alkohol wird es nicht aufgenommen. In der Wärme verknistern die Krystalle und schmelzen zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, die beim Erkalten krystallinisch erstarrt. Bei stärkerer Hitze zieht sich die geschmolzene Substanz an den Wänden der Röhre herauf, ohne zu sublimiren; wenn ein Theil davon auf eine glühende Stelle des Glases herabfliefst, so wird es zersetzt, es entwickelt sich Ammoniak, und es bleibt ein citronengelber Rückstand, der beim Glühen, indem er völlig verschwindet, Cyan und Stickgas liefert.

Das Melamin verbindet sich mit allen Säuren, und bildet damit wohl ckarakterisirte Salze, die ohne Ausnahme eine schwach saure Reaction besitzen; es bildet aber basische Doppelsalze, die vollkommen neutral sind. Aus diesem Grunde gehen dem Melamin und den Melaminsalzen die gewöhnlichen Reactionen der Basen, auf Pflanzenfarben ab. Erhitzt man es mit Salmiakauflösung, so wird Ammoniak ausgetrieben, indem es sich mit der Salzsäure vereinigt; schwefelsaure, salpetersaure, Kupferoxyd-, Zink-, Eisen-, Mangansalze etc. werden von einer wäfsrigen Auflösung des Melamins zersetzt, indem die Oxyde niedergeschlagen werden; meistens verbindet es sich mit einer Portion der Säure und dem Oxyd zu einem basischen Doppelsalze. Ueber die Klasse, in welche dieser Körper gehört, kann man nach diesem Verhalten nicht ungewifs seyn.

Das Melamin enthält keinen Sauerstoff; mit Kalium zusammengeschmolzen entsteht unter Feuererscheinung und Ammoniakentwicklung ein schmelzbares, im Wasser auflösliches Salz, welches alle Eigenschaften der Verbindung zeigt, die durch Melon ($C_6 N_8$) und Kalium unter denselben Umständen gebildet wird. Mit Kalihydrat geschmolzen, entsteht cyanursaures Kali und ebenfalls, wenn Melamin im Ueberschufs genommen wird, Melonkalium.

In der qualitativen Analyse gab das Melamin ein Gasgemenge, welches Stickstoff und Kohlensäure in folgenden Volumverhältnissen enthielt:

$$CO_2 + N \quad 127 : 83 \; : 97$$
$$N \quad 64 : 41{,}5 : 49$$
$$CO_2 + N : N = 307 : 154{,}5.$$

Diefs sind genau gleiche Volumina Stickgas und Kohlensäure. Die Kenntnifs des relativen Atomverhältnisses im Stickstoff und Kohlenstoffgehalte des Melamins giebt, nach Ausmittlung des Wasserstoffs, allein schon vollkommene Gewifsheit über seine Zusammensetzung. Ich habe in einem besonderen Versuche noch den Kohlenstoff desselben bestimmt.

I. 1,345 Grm. Melamin lieferten 0,581 Grm. Wasser
II. 0,717 - - - 0,314 - -
und 0,738 Kohlensäure.

Darnach enthält dieser Körper:

I.	II.
	28,4606 Kohlenstoff
4,7997 Wasserstoff	4,8657 Wasserstoff
	66,6736 Stickstoff.

Mit Zugrundlegung des aus seiner Verbindung mit Säuren ausgemittelten Atomgewichtes ist die theoretische Zusammensetzung des Melamins folgende:

		In 100.
6C =	458,622	28,7411
12N =	1062,216	66,5674
12H =	74.877	4,6915
	1595,715.	

Man wird sogleich bemerken, dafs sich diese Form durch eine ungleich einfachere, nämlich durch $C_2 N_4 H_4$, ausdrücken läfst; letztere Formel bezeichnet genau die Zusammensetzung eines Cyanamids ähnlich dem Oxamid; unter anderen Umständen liefs sich dieser Formel viel-

[redacted]

leicht der Vorzug geben; allein gegen ihre Richtigkeit spricht sein Mischungsgewicht, so wie es die Analyse der Salze giebt, und die Existenz eines wirklichen, aus Chlorcyan und Ammoniak dargestellten Cyanamids, dessen Eigenschaften mit denen des Melamids keine Aehnlichkeit haben.

Das Melamin wird beim starken Erhitzen mit concentrirter Schwefel- oder Salpetersäure, durch erstere ohne Schwärzung zersetzt; die Säure nimmt Ammoniak auf. Das andere Product dieser Zersetzung ist die nämliche Substanz, die durch Einwirkung derselben concentrirten Säuren auf Melam entsteht, und die ich früher erwähnt habe.

Verdünnte Säuren haben auf das Melamin keine andere Wirkung, als dafs sie sich damit verbinden.

Zu Schwefelsäure besitzt Melamin eine ziemlich starke Verwandtschaft; eine sehr geringe Menge freier Schwefelsäure wird in einer Flüssigkeit augenblicklich durch einen häufigen, sehr schwerlöslichen, krystallinischen Niederschlag angezeigt, der in heifsem Wasser löslich ist, und daraus beim Erkalten in feinen kurzen Nadeln krystallisirt.

Salpetersaures Melamin erhält man leicht, wenn man zu einer concentrirten heifsen Lösung von Melamin in Wasser so lange Salpetersäure zusetzt, bis die Flüssigkeit stark sauer reagirt. Nach dem Erkalten erstarrt das Ganze zu einer weichen, aus langen, feinen, seidenglänzenden Nadeln bestehenden Masse; das Salz verändert sich nicht an der Luft. — Dieses Salz liefert verbrannt Kohlensäure und Stickgas im Verhältnifs wie 6 : 7; darnach enthält es 14 At. Stickstoff.

Oxalsaures Melamin ist in kaltem Wasser noch schwerlöslicher als das salpetersaure; ich habe dieses Salz einer Analyse unterworfen, es liefert verbrannt Kohlensäure und Stickgas im Verhältnifs = 8 : 6. Neben dem Volumverhältnifs dieser beiden Gase, die durch Verbren-

nung des salpetersauren Melamins erhalten worden sind, giebt diese Bestimmung eine vollkommene Zuverlässigkeit über sein Atomgewicht. In dem oxalsauren Melamin sind zu 6 At. Kohlenstoff der Base 2 At. durch die Kleesäure hinzugekommen, das ursprüngliche Verhältnifs des Stickstoffs hingegen unverändert geblieben; in dem salpetersauren Melamin ist umgekehrt der Stickstoff der Substanz durch 1 Vol. dieses Körpers von der Salpetersäure vergröfsert worden.

0,972 oxalsaures Melamin gaben ferner 0,327 Wasser und 0,985 Kohlensäure.

Diefs giebt, mit Zugrundlegung der obigen Stickstoffbestimmung, in 100:

		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	28,0206	28,2968	8
Stickstoff	48,6739	49,1538	12
Wasserstoff	3,9379	4,0424	14
Sauerstoff	19,5676	18,5070	4

oder es besteht aus:

1 At. Melamin	$=6C+12N+12H$	$=1595,715$
1 - Kleesäure	$=2C+\quad\quad +3O=$	$452,875$
1 - Wasser	$2H+1O=$	$112,479$
	$8C+12N+14H+4O=$	$2161,069$

Essigsaures Melamin ist im Wasser leicht löslich, krystallisirt in breiten, biegsamen, langen, quadratischen Blättern; bei 100° verliert es einen Theil seiner Säure.

Phosphorsaures Melamin ist in heifsem Wasser leicht löslich; beim Erkalten einer mäfsig concentrirten Auflösung erstarrt sie zu einer festen, weifsen, aus concentrisch gruppirten feinen Nadeln bestehenden Masse.

Ameisensaures Melamin ist leichtlöslich, krystallisirbar.

Ich habe erwähnt, dafs die Salze der schweren Metalloxyde durch eine Auflösung von Melamin zersetzt

ɪerden, indem das niederfallende Oxyd mit einem Theil ɪr Säure und dem Fällungsmittel eine Doppelverbin- ɪng eingeht. Wenn man eine heiße Auflösung von Me- ɪmin mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt, so ent- eht sogleich ein weißer krystallinischer Niederschlag, er sich beim Erkalten noch vermehrt; er läßt sich um- rystallisiren ohne Veränderung; seine Analyse hat die usammensetzung der Melaminsalze vollkommen bestätigt.

Das Salz lieferte bei der Verbrennung ein Gasge- enge, welches in 13 Volumtheilen 6 Vol. Kohlensäure ɪd 7 Vol. Stickstoff enthielt, also genau wie im salpe- rsauren Melamin.

Ferner hinterließen 0,8315 Grm. — 0,3065 metal- ɪches Silber, und 1,035 Grm. gaben 0,458 Kohlensäure ɪd 0,188 Wasser.

Darnach enthält dieses basische Doppelsalz in 100 Th.:

		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	12,2357	12,3143	6
Stickstoff	33,0639	33,2747	14
Wasserstoff	2,0182	2,0104	12
Sauerstoff	13,0940	13,4253	5
Silberoxyd	38,5882	38,9753	1

er:

1 At. Melamin	=	6C+12N+12H		=1595,715
1 - Salpeters.	=	2N	+5O	= 677,036
1 - Silberoxyd	=		AgO	=1451,607
			6C+14N+12H+5O+AgO	=3724,358

So wie aus der Analyse des oxalsauren Melamins rvorgeht, enthalten die Salze dieser Base, welche durch uerstoffsäuren gebildet werden, wie die Ammoniaksalze, ɪe gewisse Menge Wasser; in den basischen Doppel- zen fehlt aber dieses Wasser, und wir sehen es hier rch eine entsprechende Menge eines schweren Metall- ydes vertreten.

Das Verhalten des Melamins bei seiner Zersetzung,

durch concentrirte Säuren, an die es Ammoniak abgiebt, macht wohl die Frage, ob es nicht eine Ammoniakverbindung seyn könne, sehr natürlich; allein es kann aus Ammoniak und dem Körper, der neben Ammoniak hierbei entsteht, nicht wieder zusammengesetzt werden; es bildet sich ferner in einer sehr alkalischen Flüssigkeit, löst sich in einer Kalilauge noch leichter auf wie im Wasser und krystallisirt daraus ohne die geringste Veränderung. Ammoniak, so wie wir diesen Körper kennen, ist mithin nicht darin enthalten.

Ammelin.

Das andere Product, welches zugleich mit dem Melamin bei der Auflösung des Melams in kaustischem Alkali erzeugt wird, bleibt in dem Kali aufgelöst, man erhält es daraus leicht durch Sättigen mit einer Säure, wozu man am besten Essigsäure nimmt, weil es von Mineralsäuren im Ueberschufs wieder aufgelöst wird; Kohlensaures Ammoniak, Salmiaklösung fällen es ebenfalls aus der alkalischen Auflösung.

Man erhält einen sehr voluminösen weifsen, nicht krystallinischen Niederschlag, den man auswäscht und in verdünnte Salpetersäure trägt; sie löst ihn leicht und in Menge auf. Die Auflösung giebt, etwas durch Abdampfen concentrirt, nach dem Erkalten grofse, lange, farblose oder schwach gelbliche quadratische Säulen, aus denen man den Körper rein gewinnt, wenn man diese Krystalle in Wasser, dem einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt worden, wieder auflöst, und mit Aetzammoniak oder kohlensauren Alkalien fällt. Es wird ferner erhalten, wenn man das rohe Melam mit Salzsäure kocht und die Auflösung mit Ammoniak niederschlägt.

Dieser neue Körper, den ich Ammelin nennen will, ist ausgewaschen und trocken blendend weifs, krystallinisch, wenn er mit Ammoniak gefällt wurde, im Wasser, Weingeist und Aether nicht löslich, in fixen ätzenden

den Alkalien und den meisten Säuren mit Leichtigkeit auflöslich; beim Erhitzen entwickelt er ein krystallinisches Sublimat, Ammoniak; er wird citronengelb, und giebt bei weiterem Erhitzen, so wie alle Körper, die ich zeither beschrieben habe, Cyangas und Stickgas, indem er ohne Rückstand verschwindet.

Gegen Säuren spielt dieser Körper die Rolle einer Base; allein seine basischen Eigenschaften sind ungleich weniger scharf ausgedrückt wie beim Melamin; er bildet mit den meisten Säuren krystallisirbare Salze, allein diese werden beim Uebergiefsen mit reinem Wasser theilweise zersetzt, indem eine saure Verbindung sich auflöst und Ammelin in Gestalt eines weifsen Pulvers zurückbleibt; Ammoniaksalze werden davon beim Kochen nicht zersetzt, aber es bildet mit sehr vielen anderen Salzen, basische Doppelsalze, ähnlich den Melamindoppelsalzen.

Beim Verbrennen des Ammelins mit Kupferoxyd erhält man ein Gasgemenge, welches in 11 Volumtheilen 6 Vol. Kohlensäure und 5 Vol. Stickgas enthält.

Zu den folgenden Analysen ist eine Portion Ammelin genommen worden, welche aus der salpetersauren Auflösung durch Ammoniak, eine andere, welche durch kohlensaures Natron gefällt worden war. Das durch Ammoniak gefällte Ammelin besitzt einen Seidenglanz, der dem andern abgeht; die Analyse zeigt aber, dafs diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung nicht gesucht werden kann.

I.	0,761	Grm. Ammelin lief.	0,788	Kohlens. u.	0,272	Wass.
II.	1,223	-	-	1,259	-	0,437	-
III.	0,604	-	-	0,618	-	0,216	-

in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Berechnet.	At.
Kohlenstoff	28,6317	28,4647	28,2916	28,5532	6
Stickstoff	55,2617	54,9393	54,6052	55,1102	10
Wasserstoff	3,9713	3,9701	3,9735	3,8848	10
Sauerstoff	12,1351	12,6259	13,1297	12,4517	2

Das Ammelin der dritten Analyse war aus rohem Melam durch Auflösen in Salzsäure und Fällung mit Ammoniak dargestellt. Das salpetersaure Ammelin wird, wie ich erwähnt habe, durch Wasser theilweise zerlegt; die Auflösung ist sauer, und giebt beim Abdampfen das nämliche Salz wie vorher, welches beim Uebergiefsen mit Wasser auf dieselbe Art in Ammelin und in saures Salz zerlegt wird. Bei jedesmaligem Umkrystallisiren mufs man deshalb der Auflösung einige Tropfen Salpetersäure zusetzen. Man kann Ammelin oder salpetersaures Ammelin in concentrirter Salpetersäure auflösen, kochen und abdampfen, ohne dafs der Körper davon verändert wird. Trocken erhitzt, zerlegt sich aber das salpetersaure Salz leicht; man erhält Salpetersäure, salpetersaures Ammoniak, oder seine Zersetzungsproducte, Stickoxydul und Wasser, und es bleibt ein weifser Körper zurück, der sich in Säuren wohl leicht auflöst, aber damit keine Salze mehr bildet.

Das salpetersaure Ammelin giebt, verbrannt, Stickgas und Kohlensäure im Verhältnifs wie 1 : 1;

I. 0,3645 Grm. salpeters. Ammelin gaben 0,107 Wasser und 0,252 Kohlens.

II. 1,770 - - - - 0,501 Wasser und 0,738 Kohlens.

Diefs giebt in 100 Theilen:

	I.	II.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	19,11639	18,9181	19,1435	6
Stickstoff	44,2755	43,8163	44,3384	12
Wasserstoff	3,2616	3,1449	3,1672	12
Sauerstoff	33,3466	34,1207	33,3509	8

oder:

1 At. Ammelin	$= 6C + 10N + 10H + 2O$	$= 1606,200$
1 - Salpetersäure	$= 2N + 5O$	$= 677,036$
1 - Wasser	$= 2H + 1O$	$= 112,479$
	$6C + 12N + 12H + 8O$	$= 2395,715$

Das salpetersaure Ammelin giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag von derselben Beschaffenheit wie das Melamin; er ist weifs, krystallinisch, verliert beim Trocknen kein Wasser, giebt, verbrannt, Stickgas und Kohlensäure in dem nämlichen Raumverhältnisse wie das einfache salpetersaure Salz.

0,746 Grm. hinterliefsen 0,259 metallisches Silber
1,211 - - 0,431 - -

0,799 Grm. lieferten 0,127 Wasser und 0,367 Kohlensäure.

Das basische Doppelsalz enthält demnach in 100:

		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	12,7016	12,2796	6
Stickstoff	29,4159	28,4410	12
Wasserstoff	1,7660	1,6707	10
Sauerstoff	17,9865	18,7426	7
Silberoxyd	38,1300	38,8670	1

oder:

1 At. Ammelin	$6C+10N+10H+2O$	$=1606,200$
1 - Salpetersäure	$2N+5O$	$=677,036$
1 - Silberoxyd	$+AgO$	$=1451,607$
	$6C+14N+10H+7O+AgO$	$=3734,843$

Nach der Kenntnifs von der Zusammensetzung des Melamins und Ammelins ist es leicht, die Zerlegung des Melams und die Bildung dieser beiden Producte zu erklären.

Aus 2 At. Melam entstehen unter Zutritt von 2 At. Wasser 1 At. Melamin und 1 At. Ammelin.

1 At. Melamin $= 6C+12N+12H$
1 - Ammelin $= 6C+10N+10H+2O$

$12C+22N+22H+2O$

$= \begin{cases} \text{2 At. Melam} = 12C+22N+18H \\ \text{2 - Wasser} = 4H+2O \end{cases}$

$12C+22N+22H+2O$

Beim Kochen mit Salzsäure entsteht Ammelin aus Melam, indem 2 At. Wasser hinzutreten, während 1 At. Ammoniak von der Säure aufgenommen wird.

1 At. Melam	$= 6C + 11N + 9H$
2 - Wasser	$= 4H + 2O$
	$6C + 11N + 13H + 2O$
davon geht ab 1 At. Ammoniak	$1N + 3H$
und es bleibt 1 At. Ammelin	$6C + 10N + 10H + 2O$

Wenn man trocknes Ammelin mit Kalihydrat zusammenschmilzt, so entsteht ein heftiges Aufblähen unter Entwicklung von Ammoniak und Wasserdampf; nach Beendigung dieser Reaction hat man ein klares leichtflüssiges Salz, welches nach dem Erkalten zu einer weißen, durchscheinenden, krystallinischen Masse gesteht. Dieses Salz ist reines cyansaures Kali, ohne die geringste Einmengung irgend eines anderen Körpers; es ist ganz neutral, wenn man einen kleinen Ueberschuß von Ammelin dem schmelzenden Kali zugesetzt hatte. Es löst sich mit Leichtigkeit in Wasser auf; diese Auflösung wird durch Zusatz von Säuren auf die bekannte Art zersetzt; beim Abdampfen entwickelt sie Ammoniak und hinterläßt kohlensaures Kali. Zu allem Ueberfluß habe ich das Kalisalz in Weingeist umkrystallisirt, die erhaltenen Krystalle mit salpetersaurem Silberoxyd zersetzt und in dem erhaltenen weißen Niederschlage das Silber bestimmt.

0,822 Grm. dieses trocknen Silbersalzes hinterließen 0,592 Silber; darnach ist seine Zusammensetzung identisch mit dem cyansauren Silberoxyd.

Die Bildung der Cyansäure aus dem Ammelin beim Schmelzen mit Kali erklärt sich leicht. Beim Zutritt von 1 At. Wasser entstehen aus 1 At. Ammelin 3 At. Cyansäure und 4 At. Ammoniak.

1 At. Ammelin	=	6C +	10N +	10H +	2O
1 - Wasser	=		+	2H +	1O
		6C +	10N +	12H +	3O
dav. gehen ab 4 At. Ammoniak			4N +	12H	
bleiben mithin 3 At. Cyansäure		6C +	6N +		3O

Ammelid.

Wenn man Ammelin oder Melam in concentrirter Schwefelsäure auflöst und die Auflösung mit Weingeist vermischt, so wird daraus ein dicker weifser Niederschlag erhalten, welcher durch Waschen mit Wasser vollständig von aller Säure befreit werden kann. In der Schwefelsäure findet man Ammoniak. Man erhält denselben Körper, wenn man salpetersaures Ammelin bis zu dem Punkte erhitzt, wo die weiche breiartige Masse wieder fest wird.

Er wird ferner gebildet, wenn man Melamin in concentrirte Salpetersäure bringt und damit bis zur Auflösung kocht.

Kocht man den rohen Körper (unreines Melam) mit verdünnter Schwefelsäure, so löst er sich gröfstentheils auf, die Auflösung liefert, gelinde abgedampft, krystallisirtes schwefelsaures Ammelin, welches bei weiterem Abdampfen und Kochen wieder unter Bildung des neuen Körpers zersetzt wird.

Aus einer von den oben erwähnten Auflösungen kann man diese Verbindung mit kohlensauren Alkalien oder mit Weingeist niederschlagen; in seinen physischen Eigenschaften läfst er sich von dem vorhergehenden nicht unterscheiden; er ist weifs, pulverförmig etc., aber er besitzt keine basischen Eigenschaften mehr; er löst sich zwar leicht in Säuren auf, und man erhält, hauptsächlich aus der salpetersauren Auflösung, bei dem Abkühlen Krystalle, allein diesen wird durch Weingeist und Wasser

die Säure vollständig entzogen. Seine Zusammensetzung ist ferner von der des Ammelins verschieden.

Mit Kupferoxyd verbrannt liefert er Kohlensäure und Stickgas im Volumverhältnifs =6:4,5, im Atomverhältnifs mithin =6:9; es wurde ferner erhalten:

I. Aus 0,8496 Grm. Ammelid, dargestellt vermittelst Melamin und Salpetersäure, 0,848 Grm. Kohlensäure und 0,274 Wasser.

II. 0,584 Ammelid, erhalten aus Melam mit Schwefelsäure, lieferten 0,580 Kohlensäure und 0,190 Wasser.

III. 0,4915 Ammelid, durch Zersetzung von salpetersaurem Ammelin erhalten, gaben 0,490 Kohlensäure und 0,161 Wasser.

Diese Analysen geben in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Berechnet.	At.
Kohlenstoff	27,5985	27,4613	27,5661	28,4444	6
Stickstoff	47,9431	47,7024	47,8845	49,4102	9
Wasserstoff	3,5833	3,6149	3,6396	3,5388	9
Sauerstoff	20,8761	21,2214	20,9098	18,6066	3

Die Bildung des Ammelids aus Ammelin durch Schwefelsäure geschieht darnach, indem die Säure unter Mitwirkung von 1 At. Wasser 1 At. Ammoniak erzeugt, mit dem sie sich verbindet.

1 At. Ammelin	=	$6C + 10N + 10H + 2O$
1 - Wasser	=	$2H + 1O$
		$6C + 10N + 12H + 3O$
davon ab 1 At. Ammoniak*	=	$1N + 3H$
bleibt 1 At. Ammelid	=	$6C + 9N + 9H + 3O$

Die Bildung des Ammelids aus Melam und Melamin geschieht auf eine ähnliche Art; man wird sie sich leicht erklären können.

Die obige Formel, wenn sie vereinfacht wird, läfst sich mit einigen bekannten Verbindungen in Beziehungen bringen; durch $C_2N_3H_3O$ ausgedrückt, repräsentirt sie

ein wasserleeres saures cyansaures Ammoniak, nämlich Harnstoff, der seinen ganzen Wassergehalt und die Hälfte seines Ammoniaks verloren. Diese Vorstellungsweise besteht freilich nur in der Formel; wenn übrigens dieser Körper mit Kalihydrat geschmolzen wird, so erhält man cyansaures Kali und Ammoniak, ohne dafs das Wasser des Kalihydrats zur Bildung der Cyansäure, so wie bei dem Ammelin, mitwirkt.

Man bemerkt in den verschiedenen Verwandlungen des Melamins, dafs seine basischen Eigenschaften abnehmen, im Verhältnifs wie es sich mit Sauerstoff verbindet; wir sehen in den vegetabilischen Basen etwas Aehnliches: Narcotin, Solanin und andere, deren basische Eigenschaften sehr wenig hervorstechend ausgedrückt sind, zeichnen sich, verglichen mit den andern stärkeren Basen, durch einen grofsen Sauerstoffgehalt aus.

Cyanylsäure.

Wenn man den gelben pulvrigen Körper, welcher, nach der Zersetzung von Schwefelcyankalium mit Chlor auf trocknem Wege, mit Chlorkalium gemengt zurückbleibt, mit Wasser auswäscht und alsdann mit Salpetersäure kocht, so löst er sich nach und nach auf, und aus der klaren Auflösung erhält man nach dem Erkalten lange, farblose, durchsichtige Krystalle, welche diese Säure im reinen Zustande darstellen. Es sind geschobene 4seitige Prismen von 95° 36′, die an den Enden mit einer Zuschärfung von 83° 24′ begränzt sind, so dafs also eine Zuschärfungsfläche mit einer Seitenfläche einen Winkel von 123° 35′ bildet. Die Krystalle sind parallel der stumpfen Seitenkante sehr vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind vollkommen glatt und glänzend, die Krystallflächen dagegen wohl glatt, geben aber durch Spiegelung keine scharf begränzten Bilder, so dafs die angegebenen Winkel auch nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden können. Da nun der Zu-

schärfungswinkel des Endes nach den angegebenen Messungen von dem scharfen Seitenkantenwinkel (84° 24') nur um 1° abweicht, die gemessenen Winkel selbst aber nicht für sehr genau gehalten werden können, so könnte es wohl seyn, dafs der Unterschied in den Winkeln nur durch Messungsfehler entstanden, beide Winkel also gleich, und die Krystalle Quadratoctaëder wären, zumal da auch die Krystalle zuweilen so erscheinen, wenn die Zuschärfungsflächen des oberen und unteren Endes so weit zusammenrücken, dafs sie sich berühren. — Welche Ansicht die richtige ist, werden Messungen, die an besseren Krystallen angestellt sind, lehren.

Um die Zersetzung des Schwefelcyankaliums zu beschleunigen, habe ich es vortheilhaft gefunden, das doppelte Gewicht fein geriebenes Kochsalz damit zu mengen, wodurch dem Chlor eine gröfsere Oberfläche dargeboten wird. Man mufs vermeiden, das Schwefelcyankalium zum Schmelzen zu bringen, weil in diesem Falle die Zersetzung unvollständig und die Reaction sehr stürmisch ist. Es ist gut die Retorte mit dem Gemische anfänglich in ein Bad von Chlorcalcium zu setzen, und erst gegen Ende starkes Feuer zu geben.

Im Anfang der Operation destillirt Chlorschwefel ab; zuletzt, wenn die Hitze bis zum Glühen des Bodens der Retorte getrieben wird, setzen sich im Halse lange Nadeln von Chlorcyan an.

Der gelbe Rückstand wird ausgewaschen, und, feucht oder trocken, mit verdünnter oder concentrirter Salpetersäure übergossen. Anfangs entwickelt sich hierbei salpetrige Säure, die ohne Zweifel durch Oxydation von Schwefel gebildet wird, der dem gelben Körper anhängt. Bei fortgesetztem Kochen bemerkt man stets ein Aufbrausen; hat man concentrirte Salpetersäure genommen, so löst sich nach und nach alles auf, indem der Körper immer heller gelb und zuletzt weifs wird; bei verdünnter Salpetersäure verwandelt er sich in weifse perlmutterglän-

zende Schuppen; diese lösen sich ebenfalls vollständig auf, wenn man mehr Wasser hinzugiefst.

Die Krystalle, die man nach dem Erkalten der sauren Auflösung gewonnen hat, werden mit Wasser so lange ausgewaschen, bis alle Säure entfernt ist; man löst sie alsdann in reinem Wasser auf und läfst diefs langsam erkalten.

Man erhält nun die neue Säure in breiten Blättern, welche einen starken Metall- oder Perlmutterglanz besitzen; sie ist in kaltem Wasser auflöslicher als die Cyanursäure, so dafs man durch Abdampfen der Mutterlauge eine neue Quantität gewinnt. Sie enthält Krystallwasser, das sie an warmer Luft leicht und vollständig verliert.

Trocken erhitzt, liefert sie dieselben Producte, welche man von der Destillation der Cyanursäure kennt, nämlich Cyansäurehydrat, dafs sich sogleich in den bekannten weifsen Körper, in die sogenannte unlösliche Cyanursäure, verwandelt.

Die Analyse hat ferner bewiesen, dafs sie mit Cyansäure einerlei procentische Zusammensetzung hat; die krystallisirte Cyanylsäure verliert beim Trocknen 21 Proc. Krystallwasser, genau dieselbe Menge, welche die wasserhaltige Cyanursäure enthält. Sie liefert, mit Kupferoxyd verbrannt, ein Gasgemenge, worin in 3 Vol. 2 Vol. Kohlensäure und 1 Vol. Stickstoff enthalten ist.

Zur Bestimmung des Mischungsgewichts der Säure wurde eine Portion mit Ammoniak neutralisirt und mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Der weifse aufgequollene Niederschlag war vollkommen trocken, pulvrig, nicht krystallinisch.

0,933 dieses cyanyls. Silberoxyds gaben 0,545 Chlorsilber
0,582 - - - hinterliefsen nach dem Glühen 0,264 glänzend weifses metallisches Silber.

Nach der ersten Analyse ist das Atomgewicht der Säure 1620,07, nach der andern 1626,0.

Das Atomgewicht der Cyanursäure ist 813,585; man

wird bemerken, dafs das Mischungsgewicht der neuen Säure genau das Doppelte ist.

I. 0,370 Grm. getrocknete Säure gaben ferner 0,381 Kohlensäure und 0,085 Wasser.

II. 0,7995 cyanylsaures Silberoxyd lieferten 0,093 Wasser und 0,447 Kohlensäure.

Die Säure besteht mithin in 100 Theilen:

	I.	II.
Kohlenstoff	28,479	29,03
Wasserstoff	2,543	2,44
Stickstoff	32,732	32,86
Sauerstoff	36,246	35,67

Mit Zugrundlegung des aus dem Silbersalz ausgemittelten Atomgewichtes berechnet sich darnach folgende theoretische Zusammensetzung:

		in 100.
6 At. C =	458,622	28,1854
6 - H =	37,438	2,3008
6 - N =	531,108	32,6401
6 - O =	600,000	36,8746
1 Atom Cyanylsäure =	1627,1688.	

Der gelbe Körper, woraus die Cyanylsäure besteht, ist eine Verbindung von $6C+8N$. Bei Behandlung mit Salpetersäure entsteht daraus Cyanylsäure, und man findet in der Salpetersäure eine grofse Menge Ammoniak: letzteres ist gebildet worden aus einem Theile Stickstoff der Substanz und aus Wasserstoff aus dem Wasser der Salpetersäure. In einem Atom des gelben Körpers $=6C+8N$ und 6 At. Wasser $=6O+12H$ haben wir aber genau die Elemente von neutralem wasserfreien cyanylsauren Ammoniak

=1 At. Cyanylsäure		$6C+6N+6H+6O$
2 - Ammoniak		$2N+6H$
1 At. Melon + 6 At. Wasser		$6C+8N+12H+6O$.

Wenn sich auch ein Theil des gelben Körpers mit Salpetersäure gänzlich zersetzt, was wahrscheinlich ist, denn man erhält weniger Säure als man sonst erhalten müſste, so kann man kaum daran zweifeln, daſs bei derjenigen Portion, welche Cyanylsäure liefert, die Zersetzung nach der angegebenen Formel vor sich geht, obgleich man hiernach nicht einsieht, warum nur Salpetersäure und keine andere zu ihrer Bildung Veranlassung giebt.

Die vollkommene Gleichheit in den Eigenschaften der Cyanylsäure und Cyanursäure giebt der Vermuthung Raum, daſs sie beide vielleicht nur der Einmengung einer fremden Substanz ihr so sehr verschiedenes Ansehen verdanken. Dagegen läſst sich nicht viel sagen; man hat diese Meinung einst bei allen isomeren Verbindungen gehabt. Ich glaube übrigens, daſs die Analyse eine bemerkbare Einmengung nicht verborgen gehalten hätte, denn die geringen Abweichungen, die man von der theoretischen Zusammensetzung bemerkt, sind die gewöhnlichen Beobachtungsfehler.

Die eine Säure, die Cyanylsäure, wird übrigens sehr häufig in die andere verwandelt; löst man sie in concentrirter Schwefelsäure auf, setzt Wasser zu und krystallisirt die niederfallende Säure in Wasser um, so hat sie ihr perlmutterglänzendes Ansehen und ihre erste Form gänzlich verloren; sie ist in Cyanursäure verwandelt. Meistens erhält man bei der Darstellung beide Säuren zugleich, aber sie lassen sich ihrer ungleichen Löslichkeit wegen leicht von einander trennen. Zuerst krystallisirt Cyanursäure; gieſst man nun die Flüssigkeit von den Krystallen ab, sobald perlmutterglänzende Blättchen erscheinen, so erstarrt diese nach dem völligen Erkalten beinahe gänzlich zu einer groſsblättrigen, sehr glänzenden Masse, die sich ohne Veränderung wieder auflösen und umkrystallisiren läſst.

Ammoniak kann die Cyanylsäure nicht enthalten,

Kalk zeigt es wenigstens nicht an; auch habe ich vergebens versucht, durch Verbindungen von Cyanursäure mit Ammoniak in den verschiedensten Verhältnissen eine Substanz, ähnlich der Cyanylsäure, hervorzubringen. Alle cyanyl- und cyanursaure Salze werden übrigens zerlegt, wenn sie aus sauren Flüssigkeiten krystallisiren, die Base bleibt mit der Säure verbunden zurück, und die Krystalle, die man erhält, sind reine Cyanursäure oder Cyanylsäure, wenigstens verhalten sich auf diese Weise die Salze, welche diese Säuren mit den Alkalien und alkalischen Erden bilden. Da nun die Cyanylsäure bei ihrer Darstellung aus einer sehr sauren Flüssigkeit, meistens aus concentrirter Salpetersäure krystallisirt, so kann sie keine beigemengte Base enthalten. Auf das Atomgewicht der Cyanylsäure läſst sich kein entscheidendes Gewicht legen, denn bei der Fällung von salpetersaurem Silberoxyd vermittelst cyanylsauren Kalis, habe ich einen Niederschlag von derselben Zusammensetzung wie das cyanursaure Silberoxyd erhalten, so daſs es scheint, als ob auch Alkalien die Verwandlung der Cyanylsäure in Cyanursäure bewirken könnten.

Ich muſs es anderen Chemikern überlassen, über diese Frage zu entscheiden; jedenfalls ist die Bildung der Cyanursäure unter den gegebenen Umständen merkwürdig genug. Auſserdem daſs dieser Weg die Cyanursäure bequemer liefert wie der Harnstoff, scheint er, wie ich glaube, zu beweisen, daſs die Entstehung einer und derselben Substanz nicht immer an die Existenz eines eigenthümlichen Radikals gebunden ist, sondern daſs es dazu nur besonderer Umstände bedarf, die ihrer Bildung nicht hinderlich sind.

Chlorcyan.

Bei der Zerlegung von Schwefelcyankalium durch Chlorgas auf trocknem Wege, geht neben Chlorschwe-

fel Chlorcyan über, welches sich gegen Ende des Versuchs, wenn das Feuer verstärkt wird, in dem Halse der Retorte in langen durchsichtigen Nadeln anlegt; in dem Chlorschwefel findet sich eine zweite Portion von diesem Körper aufgelöst; im Ganzen erhält man etwa 4 bis 5 Proc. des angewendeten Schwefelcyankaliums.

Man weiſs, daſs die Bildung der Cyansäure aus dem Chlorcyan nach den Thatsachen, die man darüber kennt, ganz räthselhaft ist. Die Zusammensetzung desselben ist der einzige Schatten, der die Cyanursäure von ihrem Ursprunge an umgeben hat; eine zahlreiche Menge von Versuchen ist dadurch veranlaſst worden, ohne daſs es bis jetzt ganz beseitigt worden wäre. Mit um so gröſserer Begierde habe ich die Gelegenheit, die mir durch eine ziemliche Portion Chlorcyan dargeboten war, benutzt, um einige analytische Versuche damit anzustellen.

Der Zusammenhang ist, wie man sehen wird, sehr einfach, und auch dieses Beispiel zeigt, daſs die anscheinenden Verwicklungen in der Natur lediglich in den Unvollkommenheiten unserer Beobachtungen liegen.

So wie man das Chlorcyan nach dem beschriebenen Verfahren erhält, ist es mit etwas Chlorschwefel umgeben, den man leicht und vollkommen entfernt, wenn man es in einem Gefäſse nochmals sublimirt, durch welches fortwährend trocknes Chlorgas geleitet wird.

Man bekommt es auf diese Weise in sehr weiſsen glänzenden Blättern und Nadeln, die einen ganz entschiedenen Geruch nach Excrementen von Mäusen besitzen. Seinen Schmelz- und Siedpunkt habe ich nicht bestimmt; beide schienen mir aber von dem, was der Entdecker dieses Körpers darüber bekannt gemacht hat, durchaus nicht abzuweichen.

Zur Bestimmung des Chlorgehaltes wurde das Chlorcyan in Weingeist aufgelöst, mit Ammoniak vermischt, die Flüssigkeit, nach Zusatz einer groſsen Quantität Was-

ser, so lange gekocht, bis aller Weingeist verflüchtigt war, mit einem Ueberschufs von Salpetersäure versetzt und mit salpetersaurem Silber niedergeschlagen.

Mit wäfsrigem Ammoniak, ohne Anwendung von Weingeist, läfst sich diese Bestimmung nicht bewerkstelligen, denn das Chlorcyan zerlegt sich mit Ammoniak auf eine andere Weise; es entsteht eine weifse, in Wasser sehr schwer lösliche neue Verbindung, welche Chlor enthält, das sich durch Ammoniak nicht entziehen läfst.

I.	0,837	Grm.	Chlorcyan	lieferten	1,930	Chlorsilber
II.	0,644	-	-	-	1,487	-

Darnach besteht das Chlorcyan in 100 aus:

	I.	II.	berechnet.	Atome.
Chlor	56,8817	56,9409	57,03	3
Cyan	43,1183	43,0591	42,97	3

Der Unterschied dieser Analyse mit den früheren Resultaten ist so ungewöhnlich grofs, dafs ich diese Chlorbestimmung nur mit Mifstrauen betrachten konnte.

Bei der Zersetzung von im Weingeist gelösten Chlorcyan mit Ammoniak entsteht cyanursaures Ammoniak und Salmiak; beide fällen das salpetersaure Silberoxyd, aber das cyanursaure Silberoxyd ist in Salpetersäure leicht löslich, und kann durch einen Ueberschufs dieser Säure von dem Chlorsilber vollkommen getrennt werden.

Ich habe die vom Chlorsilber abfiltrirte saure Flüssigkeit mit Ammoniak vorsichtig neutralisirt, das niedergefallene cyanursaure Silberoxyd ausgewaschen und in Chlorsilber verwandelt: 0,837 Grm. Chlorcyan lieferten 0,856 Chlorsilber; das Chlor derselben Quantität Chlorcyan würde 1,930 Chlorsilber geliefert haben. Daraus geht dann hervor, dafs etwa $\frac{1}{9}$ Chlorsilber aus dem cyanursaurem Silberoxyd weniger erhalten worden ist, als die Rechnung giebt. Wahrscheinlich ist hier beim Neutralisiren mit Ammoniak eine Portion saures cyanursau-

res Silber niedergefallen, wodurch dann die Menge des Chlorsilbers vermindert werden mufste.

Die Verbrennung mit Kupferoxyd giebt schon bei Kohlenstoff-Verbindungen, wenn sie zugleich Chlor enthalten, kein genaues Resultat mehr, noch viel weniger aber bei solchen, die neben Chlor noch Stickstoff unter ihre Bestandtheile zählen, die Menge Salpetergas, die sich stets bei diesen Verbrennungen erzeugt, ist ungewöhnlich grofs, und die Analysen dieser Art verlieren in demselben Grade an Schärfe und Bestimmtheit. Die ersten Analysen des Chlorcyans nach dieser Methode von dem Entdecker desselben angestellt, wenn sie gleich $\frac{1}{5}$ mehr Kohlenstoff und Stickstoff ergaben, als der supponirten Zusammensetzung aus 2 At. Chlor und 1 At. Cyan entsprochen haben würde, zeigen schon, wie wenig man sich auf diese Bestimmungen verlassen kann.

Die directe Bestimmung der Cyanursäure hat mir aber durchaus keine Schwierigkeiten dargeboten. In der That bedarf es zur Zerlegung des Chlorcyans mit Wasser keineswegs der Siedhitze; schon wenn es mit Wasser übergossen bei 50° bis 60° eine Zeit lang erwärmt wird, sieht man es nach und nach völlig verschwinden, ohne dafs sich bei seiner Auflösung ein Gas entwickelt; nach dem Erkalten der Auflösung krystallisirt die Cyanursäure in regelmäfsigen wasserhaltigen Krystallen beinahe vollständig heraus.

Ich habe diesen Versuch mit einer gewogenen Quantität Chlorcyan in einem verschlossenen Gefäfse angestellt. Sobald alles Chlorcyan verschwunden war, wurde die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und die glänzend weifsen Krystalle von Cyanursäure so lange stark erhitzt, bis sie nichts mehr am Gewicht verloren.

0,952 Grm. Chlorcyan lieferten, auf diese Weise zersetzt, 0,673 Grm. wasserfreie Cyanursäure.

100 Th. Chlorcyan gaben mithin 70,69 Cyanursäure. Diese Quantität Cyanursäure enthält aber 42,997 Cyan;

es sind mithin durch den Versuch im Ganzen in 100 Th. erhalten worden:

Chlor	56,01
Cyan	42,99
	99,00.

Wenn das Chlorcyan aus gleichen Atomgewichten Chlor und Cyan oder aus $Cy_3 Cl_3$ besteht, so werden 1158,840 Chlorcyan 813,585 Cyanursäure, oder 100 Chlorcyan 70,24 Cyanursäure liefern müssen; es sind 70,69 Cyanursäure erhalten worden, so dafs ich nach dieser Uebereinstimmung kaum glaube, dafs man für seine Zusammensetzung einer weiteren Bestätigung bedarf.

Man kennt noch eine andere, bei gewöhnlicher Temperatur gasförmige Verbindung von Chlor und Cyan, welche dem Atomverhältnifs nach dieselbe Zusammensetzung besitzt wie der Körper, dessen Analyse ich so eben beschrieben habe. Ich habe angenommen, dafs letzterer aus 3 At. Cyan und 3 At. Chlor zusammengesetzt ist, und betrachte als den entscheidenden Grund für diese Annahme, die Bildung der Cyanursäure, welche ebenfalls 3 At. Cyan enthält. Es ist zwar vollkommen richtig, den Formeln für die Zusammensetzung eines Körpers den einfachsten Ausdruck zu geben, allein die Zusammensetzung $Cy + Cl$ würde, wenn auch nicht auf eine Unmöglichkeit, doch auf eine Unwahrscheinlichkeit führen: man hat übrigens keinen Grund, die Formel $Cy Cl$ oder $Cy_2 Cl_2$ für richtiger zu halten; gegen letztere scheint mir auch noch das Verhalten des Chlorcyans gegen Ammoniak zu sprechen.

Wenn man den bei Zerlegung des Schwefelcyankaliums durch Chlor erhaltenen Chlorschwefel abdestillirt, so krystallisirt daraus, wenn etwa die Hälfte übergegangen ist, eine Menge Chlorcyan; leitet man nun jetzt, indem man mit der Destillation fortfährt, und, um die Verflüchtigung des Chlorschwefels zu erleichtern, trocknes Chlor-

Chlorgas durch die Retorte, so sublimirt das Chlorcyan, und es bleibt eine durchsichtige gelbe Flüssigkeit in der Retorte, deren Siedpunkt zum Wenigsten eben so hoch ist wie der Siedpunkt der concentrirten Schwefelsäure. Der heftige, die Augen auf's Empfindlichste angreifende Geruch dieses neuen Körpers hat mich abgehalten, ihn einigen Versuchen zu unterwerfen, da übrigens der gelbe, in der Retorte zurückbleibende Körper mehr Stickstoff enthält als das Cyan, so mufs dieses Product jedenfalls ein gröfseres Verhältnifs Kohlenstoff enthalten.

Das Chlorcyan löst sich in absolutem Alkohol ohne Zersetzung auf; von gewöhnlichem Alkohol wird es ebenfalls leicht aufgenommen, aber kurze Zeit nach der Auflösung erhitzt die Flüssigkeit sich heftig; es entwickeln sich Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure, und man sieht eine Menge glänzender Würfel von Cyanursäure zu Boden fallen.

Cyanamid.

Wenn man krystallisirtes Chlorcyan mit wäfsrigem Ammoniak übergiefst und gelinde erwärmt, so verliert es seine krystallinische Beschaffenheit und verwandelt sich in ein weifses glanzloses Pulver. In heifsem Wasser ist dieser Körper in geringer Menge auflöslich und fällt daraus beim Erkalten in weifsen Flocken wieder nieder.

Man erhält diese Substanz ebenfalls, wenn man über gepulvertes Chlorcyan, in einer horizontal liegenden Glasröhre, trocknes Ammoniakgas leitet. Beide zerlegen sich anfänglich unter schwacher Wärmeentwicklung, die man zuletzt unterstützen mufs.

Man erhält einen weifsen oder gelblichweifsen pulvrigen Körper, dem man durch Waschen mit kaltem Wasser allen Salmiak entziehen kann.

Es ist ein Cyanamid, allein seine Zusammensetzung weicht von der anderer Amide darin ab, dafs es Chlor enthält, von dem man es weder durch Waschen mit Wasser noch durch Kochen mit Aetzammoniak befreien

kann. Sein Verhalten, wenn man es trocken erhitzt, giebt ihm einige Aehnlichkeit mit dem Ammelin und Melamin; es sublimirt eine krystallinische Substanz, in der alles Chlor enthalten ist, und es bleibt ein citronengelber Rückstand, welcher beim Glühen völlig in Cyangas und Stickgas zerfällt.

Das Verhalten des Cyanamids gegen Aetzkali ist eben so auffallend. Es löst sich unter Entwicklung von Ammoniak auf, allein nur schwierig. Sättigt man die klare Auflösung mit Essigsäure, so krystallisirt nicht, wie man erwarten sollte, saures cyanursaures Kali heraus, sondern es fällt ein weifser flockiger Körper nieder, der, wie die Ammoniakentwicklung beweist, eine andere Zusammensetzung haben mufs als das Cynamid.

$N + CO_2$	86 ; 80 ; 97,5 ; 110
N	38 ; 35 ; 44 ; 49

0,537 Grm. Cyanamid lieferten ferner 0,156 Wasser und 0,551 Kohlensäure.

Da das Verhältnifs des Stickstoffs zum Kohlenstoff bekannt, der Wasserstoff wie der Kohlenstoff bestimmt ist, mufs sich das Chlor als Complement der analysirten Quantität ergeben; allein die Formel, die man aus diesen Daten berechnen kann, zeigt, wie es scheint, weiter nichts, als dafs man es hier mit zwei Verbindungen zu thun hat.

Ich bemerkte auch, dafs die innere Fläche einer Glocke, unter welcher Cyanamid bei 120° bis 130° erhitzt worden war, sich mit sehr glänzenden geruchlosen Krystallen bedeckte, während das Cyanamid für sich nicht flüchtig zu seyn scheint. Die Formel $C_6 N_{10} H_8 Cl$, nach welcher es eine Verbindung wäre von

$$C_4 N_8 H_8 + C_2 N_2 Cl,$$

d. h. von einem wirklichen Cyanamid, ähnlich dem Oxamid und Halbchlorcyan, so wie die Formel $C_5 N_8 H_8 Cl$ passen gleich gut auf diese Analyse; man sieht daraus, dafs sie nicht viel werth ist; ich habe mich aus dem Grunde nicht weiter damit beschäftigt, weil die Zerlegung dieses Körpers mit Alkalien eine neue Verbindung

anzuzeigen scheint, deren Untersuchung mehr Zeit erfordert hätte, als ich darauf verwenden konnte.

Ich will übrigens nicht unerwähnt lassen, dafs ich während der ganzen Untersuchung dieser neuen Klasse von Körpern die Hoffnung gehegt habe, eine Verbindung zu erhalten, welche auf die Zusammensetzung der Harnsäure hätte führen können; ich habe kaum nöthig, auf die Gründe im Besondern einzugehen, jeder wird sie von selbst bemerken. Um jede fernere Untersuchung in dieser Beziehung zu erleichtern, habe ich dieser Abhandlung eine neue Analyse der Harnsäure, welche, wie ich glaube, richtiger ist als die man bis jetzt kennt, beigegeben.

Kalisalz.

Wenn man Melam, Ammelin, Ammelid, Cyanamid trocken bis zum Glühen erhitzt, so werden diese Körper zerlegt, und es bleibt eine citronengelbe Substanz zurück, die sich in Aetzkali beim Kochen vollkommen auflöst. Beim Abdampfen dieser Auflösung gesteht sie zu einer krystallinischen Masse, die aus langen, feinen, seidenartigen Nadeln besteht. Man erhält das nämliche Kalisalz, wenn man Melon oder den gelben Körper in Kalilauge auflöst, welcher durch Zersetzung von Schwefelcyankalium mit Chlor gebildet wird.

Dieses Salz ist durch mehrmalige Krystallisation farblos zu erhalten, es ist im Wasser sehr auflöslich, unauflöslich im Weingeist, so dafs man es sogleich aus der alkalischen Auflösung in Gestalt kleiner, weifser, krystallinischer Nadeln erhalten kann, wenn man sie mit ihrem Volumen Weingeist vermischt.

Das Salz reagirt sehr alkalisch, enthält Krystallwasser, schmilzt beim Erhitzen unter Entwicklung von Ammoniak, ohne sich zu schwärzen, und liefert alsdann reines cyansaures Kali.

1) Die Resultate dieser Analyse stimmen genau mit der von Mitscherlich, Ann. Bd. XXXIII S. 335. P

Wenn man es in Wasser auflöst, einige Tropfen Essigsäure und nachher Chlorbaryum zusetzt, so bildet sich sogleich oder nach einiger Zeit ein krystallinischer Niederschlag in feinen Nadeln, von saurem cyanursauren Baryt.

Löst man es in concentrirter Salzsäure oder Salpetersäure auf, so erhält man beim Erkalten eine Menge Krystalle von reiner Cyanursäure. Wird eine nicht zu verdünnte Auflösung dieses Salzes an die Luft gestellt, wo sie Kohlensäure anzieht, oder vorsichtig neutralisirt, so entsteht ein weifser Niederschlag, nach dessen Entfernung durch Filtriren man in der Flüssigkeit cyansaures Kali findet.

Man sieht daraus, dafs der gelbe Körper, mit Kali gekocht, die nämlichen Producte giebt, wie mit Salpetersäure, nämlich Cyanur- oder Cyanylsäure, allein es entsteht hierbei eine geringe Menge eines anderen Salzes, durch dessen Einmischung das cyanursaure Salz verlarvt wird. Ich will die Resultate einer Analyse hier anführen; sie beweist nichts anderes, als was ich so eben erwähnt habe, nämlich dafs man es mit einem Gemenge zweier Verbindungen in den ungleichsten Verhältnissen zu thun hat.

Ich habe den weifsen Körper, der hier dem cyanursauren Salze beigemischt ist, nicht in hinlänglicher Menge erhalten, um eine Untersuchung damit vornehmen zu können. Bemerkenswerth ist übrigens die geringe Menge Wasserstoff, welche in dieser Analyse erhalten worden ist; den Wasserstoff abgerechnet, welcher dem cyanursauren Salze angehört, scheint es als ob diese fremde Substanz keinen Wasserstoff enthält; berechnet man nach diesem Wasserstoffe die Menge von Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche zur Zusammensetzung der Cyanursäure gehört, so bleibt Kohlenstoff und Stickstoff im Verhältnifs von 6 : 8 übrig, und kein Sauerstoff; es könnte demnach dieses Kalisalz ein Gemenge von Melonkalium

cyansaurem Kali seyn, wie ich aber schon erwähnt be, sind diefs Voraussetzungen, die auf sehr unsiche- Grundlagen ruhen.

Das Kalisalz schlägt salpetersaures Silber weifs nie-er; der Niederschlag wurde ausgewaschen, getrocknet und verbrannt.

0,405 Silbersalz hinterliefs 0,226 metallisches Silber
0,389 - - 0,219 - -

Stickstoffbestimmung.

CO_2 + N	98,5 ;	121,5 ;	86,5 ;	93,5
N	36 ;	45 ;	31,5 ;	34

N : C = 5,7 : 10.

1,74 lieferten 0,576 Kohlensäure und 0,047 Wasser. Darnach ist die Zusammensetzung in 100 Theilen:

Kohlenstoff	33,73
Wasserstoff	1,11
Stickstoff	42,98
Sauerstoff	22,18.

III. *Ueber das Zusammenströmen flüssiger Körper, welche durch poröse Lamellen getrennt sind; von E. B. Jerichau.*

Kanditaten der polytechnischen Schule in Kopenhagen [1]).

§. 1.

Eine gabelförmig anderthalb Linien weite Glasröhre (Fig. 13 Taf. III) wurde an einem Ende mit Siegellack verschlossen, und dann, nachdem der verschlossene Schenkel mit Wasser, der gebogene Theil mit Quecksilber und

1) Vorstehende, mir von Hrn. Prof. Oersted übersandte Abhandlung wurde von der Kopenhagener Universität mit dem von ihr für Arbeiten aus der Experimentalphysik ausgesetzten Preis gekrönt. P.

der offene Schenkel zum Theil mit einer Auflösung von Zucker in Wasser angefüllt worden war, aufrecht hingestellt. Die Zuckerlösung wählte ich, weil sie, nach Dutrochet, das Ineinanderdringen am stärksten zeigen soll, und ich hoffte dabei, dafs dieser Act durch den Zwischenraum zwischen dem Quecksilber und dem Glase eintreten werde.

Wirklich war auch nach einigen Wochen das Quecksilber in dem verschlossenen Schenkel um eine Linie gestiegen; da indefs zu vermuthen stand, dafs der Lack nicht so dicht an das Glas geschlossen hatte, um alle Verdampfung des Wassers durch einen etwaigen capillaren Zwischenraum zwischen Lack und Glas zu hindern, so nahm ich eine andere, gleichfalls gebogene Röhre, die an einem Ende zugeschmolzen war, und füllte sie auf gleiche Weise wie die vorige.

Um genau erkennen zu können, ob ein Steigen stattgefunden habe, stellte ich einen kleinen Spiegel mit einem eingeritzten Querstriche so zwischen den Schenkeln der Röhre auf, dafs er dicht an dem verschlossenen Schenkel stand, und dafs der Strich, wenn er das Bild des Auges quer über dem Augapfel schnitt, zugleich als Tangente an der Quecksilberkuppe in der Röhre erschien. Bei geringem Steigen des Quecksilbers mufste das Auge bedeutend fortgerückt werden, wenn der Strich noch als Tangente der Quecksilberkuppe erscheinen und zugleich durch die Mitte des Augenbildes gehen sollte.

Nach einigen Versuchen wurde gefunden, dafs eine an dem einen Ende zugeschmolzene Röhre, von ungefähr einer Linie im Durchmesser, die gesuchte Wirkung hervorbrachte. Diese Röhre wurde mit Wasser gefüllt, darauf ein Quecksilbertropfen, der in der Röhre nur eine Länge von 0,7 Lin. einnahm, hineingebracht, alsdann derselbe einige Linien tief hinabgeschoben und in das Wasser über ihm etwas Zuckerstaub geschüttet, um eine Zukkerlösung zu bilden. Nun wurde die Röhre an einen

Spiegel befestigt, und gerade so, dafs der auf letzterem eingeritzte Strich ungefähr 0,3 Linien vor dem Quecksilbertropfen gesehen werden konnte. Dann wurde das Ganze horizontal hingelegt, damit der Quecksilbertropfen nicht durch sein Gewicht herabgedrückt werde.

Es zeigte sich nun, dafs dieser Tropfen langsam gegen das geschlossene Ende der Röhre vorschritt. Nach Verlauf eines Monats hatte er so indefs noch kaum eine Linie zurückgelegt. Das dadurch ausgetriebene Wasser hatte sich mit der Zuckerlösung vereinigt, und diese war durch Verdampfung zwar etwas concentrirter geworden, ohne indefs Krystalle abzusetzen. Durch Untersuchung zeigte sich auch, dafs Etwas von der Zuckerlösung den entgegengesetzten Weg nach dem Wasser eingeschlagen hatte.

Eine Gummilösung, statt der Zuckerlösung angewandt, gab dasselbe Resultat. In 10 Tagen war der Quecksilbertropfen etwa 0,2 Lin. nach dem geschlossenen Ende der Röhre vorgerückt.

In der weiten Röhre mit dem zugeschmolzenen Arme bewegte das Quecksilber sich nicht im Geringsten aus der Stelle.

Mit einem anderen Stücke einer engen Röhre, die auch an dem einen Ende zugeschmolzen war, wurde der Versuch in umgekehrter Ordnung angestellt, so dafs sie zwischen dem geschlossenen Ende und einem Quecksilbertropfen eine dichte Zuckerlösung, und nächst dieser vor dem Tropfen etwas Wasser enthielt; was das letztere durch Verdampfung verlor, wurde durch Hinzugiefsen wieder ersetzt. Die erwartete Wirkung trat ein; der Tropfen bewegte sich nämlich gegen das offene Ende der Röhre, indem das Volum der Zuckerlösung durch das eingedrungene Wasser vergröfsert wurde. Um zu erfahren, ob etwas von der Zuckerlösung in das Wasser gedrungen sey, hielt ich mit dem Zugiefsen von neuem Wasser ein. Als der gröfste Theil des Wassers freiwil-

lig verdampft war, war auch das vor dem Tropfen Zurückgebliebene zu einer dichten Zuckerlösung geworden, und zugleich hatte dieſs die natürliche Wirkung, daſs die Bewegung des Quecksilbertropfens aufhörte.

§. 2.

Den Querschnitt des kleinen Verbindungskanals zwischen den Flüssigkeiten auf beiden Seiten des Quecksilbers suchte ich dadurch zu bestimmen, daſs ich die zuletzt angewandte Röhre, nachdem sie gereinigt worden, mit Wasser anfüllte und darauf einen Quecksilbertropfen hineinbrachte, so daſs dieser bloſs von Wasser umgeben war. Die an dem Spiegel befestigte Röhre wurde nun so gestellt, daſs der Tropfen in lothrechter Richtung sinken muſste. In 24 Stunden war er nur ungefähr eine Linie gesunken.

Der Versuch wurde nun dahin abgeändert, daſs ich statt des Wassers eine Zuckerlösung nahm; in dieser sank der Tropfen 4 bis 5 Mal geschwinder. Hier muſste folglich der Verbindungskanal gröſser als beim Wasser gewesen seyn.

Wenn also Wasser auf der einen, und Zuckerlösung auf der anderen Seite eines Quecksilbertropfens sich befinden, so muſs die Zuckerlösung den Tropfen mehr zusammendrücken als es das Wasser thut, und es muſs demnach der Querschnitt eine solche Form enthalten, wie sie in beifolgender Figur, jedoch der Deutlichkeit wegen, vergröſsert gezeichnet ist.

In einer Gummilösung sinkt der Tropfen noch geschwinder als in Zuckerwasser, und noch mehr ist dieſs der Fall in einer Lösung von schwefelsaurem Natron. Da ich indeſs nicht so über meine Zeit zu gebieten hatte, daſs ich diese Versuche bei einem festgesetzten Wärmegrad anstellen konnte, so lassen sie sich nicht mit einander vergleichen.

§. 3.

Das Instrument, welches Dutrochet Endosmometer nennt, und welches nichts anderes ist als eine Art Trichter mit einem langen engen Halse und einem ausgeschweiften Rande an dem erweiterten Theil, über welches eine thierische Blase oder anderes Häutchen gebunden worden, hatte ich von solcher Gröfse anfertigen lassen, dafs der erweiterte Theil, der eine halbkugelförmige Gestalt besafs, anderthalb Zoll im Durchmesser, und der Hals, bei einer halben Linie Weite, elf Zoll Länge besafs (Fig. 14 Taf. III). In den mit einer aufgeweichten Blase überbundenen und mit dem Halse nach oben gekehrten Trichter gofs ich eine Gummilösung, so dafs sie noch bis auf einen Zoll in den Hals reichte. Aufsen um den Trichter herum war eine Zuckerlösung, und ihr Niveau stand einen halben Zoll tiefer.

Das specifische Gewicht der beiden Flüssigkeiten war so wenig als möglich verschieden, denn es war bei einem und demselben Wärmegrad so abgepafst, dafs ein in dieselben untergetauchtes Stück Bernstein von Erbsengröfse weder mit merklicher Kraft zu steigen noch zu sinken strebte. Diese Art, das specifische Gewicht abzumessen, wählte ich aus mehren Gründen. Erstlich ist sie an und für sich sehr genau; dann kann sie bei einer sehr geringen Quantität von Flüssigkeit angewandt werden, was besonders erforderlich ist, wann untersucht werden soll, ob das specifische Gewicht der Flüssigkeit in dem Trichter sich verändert habe, und sie giebt dabei augenblicklich einen Ausschlag; endlich gewährt sie den Vortheil, dafs die Bernsteinstücke sowohl in die innere als die äufsere Flüssigkeit gelegt werden können, wenn man zu wissen wünscht, ob während des Versuchs irgend eine Veränderung mit dem specifischen Gewichte derselben vorgegangen ist. Ueberdiefs haben die Flüssigkeiten bei einem specifischen Gewichte, wie das

des Bernsteins =1,078, eine Liquidität, wie sie sich gegerade zu diesen Versuchen eignet.

In einem Haarröhrchen, worin die Zuckerlösung eine Linie stieg, hob sich die Gummilösung um $\frac{3}{8}$ Linie. Als der Apparat zusammengestellt war, fing das Niveau der letzteren sogleich zu sinken an, und nach Verlauf von acht Stunden stand es unter dem äufsern. Die Nacht über sank es noch etwas. Es wurde nun noch so viel Gummilösung in den Trichter gegossen, dafs sie wieder eben so hoch stand wie zu Anfange des Versuchs; aber nun zeigte sich weder Steigen noch Fallen. Der Grund hiervon, glaubte ich, könnte darin liegen, dafs die Blase sich in der ersten Zeit erweitert und so das Sinken veranlafst habe. Ich beschlofs daher sogleich einen Versuch in umgekehrter Ordnung vorzunehmen.

Als der Apparat aus einander genommen ward, fand sich, dafs die Gummilösung, welche in dem Trichter gewesen war, einen sehr merkbaren Zuckergeschmack besafs, ein Beweis, dafs von der Zuckerlösung nicht wenig durch die Blase gedrungen war. Da diefs die Ursache jenes Stillstehens seyn konnte, so ward dadurch die Vermuthung von der Erweiterung der Blase geschwächt.

Der gereinigte Trichter wurde mit einem anderen Stück aufgeweichter Blase überbunden und dabei gehörig straff ausgespannt. Dann wurden Flüssigkeiten von derselben Beschaffenheit wie die früheren in den Apparat gebracht, nur in umgekehrter Ordnung, und so, dafs das innere Niveau einen Zoll höher stand als das äufsere, damit der Druck auf die Blase etwas stärker sey, und falls eine Ausdehnung derselben stattfinde, dieselbe merkbarer werde.

Die innere Flüssigkeit fing sogleich an mit einer Geschwindigkeit von einigen Linien in der Stunde zu steigen, doch liefs diese Geschwindigkeit allmälig nach, und am folgenden Tage war sie sehr unbedeutend. Aufsen hatte sich an die Blase eine Schicht gelegt, die viel Zukker enthielt und zäher war als die übrige Gummilösung.

Als diese Schicht abgeschabt wurde, trat sogleich ein stärkeres Steigen ein; und durch Wiederholung dieser Operation wurde es endlich erreicht, dafs die Flüssigkeit in dem Halse des Trichters noch höher stieg und endlich überflofs. Die Flüssigkeit war um 10 Zoll über das äufsere Niveau gestiegen, und die Steigkraft betrug also mehr als 0,8 Zoll Quecksilberdruck.

Ich liefs nun den Apparat ruhig stehen. Dadurch hatte sich nach Verlauf eines Tages die Wirkung so verändert, dafs die Flüssigkeit in dem Halse fortwährend sank und nach ein Paar Tagen selbst bis in den erweiterten Theil. Die Flüssigkeiten hatten sich nun so verändert, dafs die innere, nämlich die Zuckerlösung specifisch leichter, die äufsere specifisch schwerer war. Die innere war dabei sehr flüssig und schien nicht besonders viel Gummi aufgenommen zu haben, da sie keine gelbe Farbe besafs. Eine dünne, auf der inneren Seite der Blase ruhende Schicht zeigte, dafs das eingedrungene Gummiwasser sich nicht gleichmäfsig mit der Zuckerlösung vermischt hatte, es sey denn, diese Schicht wäre dadurch entstanden, dafs der Zucker angefangen hätte, die Blase zu verändern.

Dieser Versuch verdiente eine Wiederholung. Ich überband daher den Trichter mit einem dünnen Häutchen, welches von der inneren Seite einer Ochsenblase abgelöst worden war, und füllte den Trichter mit einer Zuckerlösung von einem solchen specifischen Gewicht, dafs ein Stück Bernstein darin noch eine ganz geringe Steigkraft hatte. Aufserhalb brachte ich eine Gummilösung von gleichem specifischen Gewicht an, und zwar so, dafs ihr Niveau ein Paar Zoll tiefer stand als das des Zuckerwassers. Letzteres stieg, und nach Verlauf von fünf Viertelstunden war das Bernsteinstück im Trichter auf die Blase hinabgesunken, zum Beweise, dafs das Zuckerwasser specifisch leichter geworden war. Die Wärme hatte keinen Theil daran, da vielmehr das Thermometer eine Ab-

nahme derselben von etwa einen halben Grad gab, und ein Stück Bernstein von gleichem specifischen Gewichte wie das im Trichter in einer andern, in einer Flasche verwahrten Portion derselben Zuckerlösung noch nach wie vor denselben Widerstand gegen das Sinken zeigte. Auch bestätigte sich, dafs die Gummilösung an specifischem Gewicht zugenommen hatte; denn da ich bei einem neuen Versuche die Lösung etwas specifisch leichter machte als ein darin untergetauchtes Stück Bernstein, war dieses bereits nach Verlauf einer halben Stunde nach Zusammenstellung des Apparats vom Boden des Glases hinauf zur Blase gestiegen. Um mich mehr davon zu vergewissern, mischte ich gleich darauf einige Tropfen zu der Gummilösung, so dafs der Bernstein wieder zu Boden sank, und fand, dafs derselbe nach Verlauf einer Stunde aufs Neue zur Blase hinaufgestiegen war. Durch einen Blechdeckel auf dem Glase war dafür gesorgt, dafs das Gummiwasser sich nicht durch Verdampfung verdichten konnte.

Beim Einkochen einer der bei diesen Versuchen in dem Trichter gewesenen Zuckerlösung fand sich, dafs sie ein Viertel ihres Volums verlieren konnte, ehe sie wieder, nach dem Erkalten, das specifische Gewicht des Bernsteins angenommen hatte. Beim weiteren Einkochen zur Syrupsconsistenz und bei Behandlung mit Alkohol zeigte sie nur durch ein milchartiges Ansehen eine Spur von Gummi, und diese Trübung verschwand, sobald man den Alkohol verdampfen liefs.

§. 4.

Da diese Versuche nicht mit dem übereinstimmen, was Dutrochet gefunden haben will, nämlich nicht damit, dafs das Steigen in Haarröhrchen das Zusammenströmungsverhältnifs bestimme, so wiederholte ich seinen Hauptversuch mit Lösungen von Glaubersalz und Kochsalz, nur gab ich diesen Lösungen das specifische Gewicht des Bernsteins =1,078, während er dieselben vom

specifischen Gewicht =1,085 nahm, was indefs so gut wie dasselbe ist. Durch mehre wiederholte Versuche fand ich, dafs das Wasser immer in gröfserer Menge durch die Blase zur Kochsalzlösung als zur Glaubersalzlösung hineindrang.

Einen Versuch stellte ich auf folgende Weise an. Die Auflösung im Trichter war ein wenig specifisch schwerer als das darin befindliche Stück Bernstein. Nachdem ich dasselbe im Wasser untergetaucht hatte, wartete ich bis es durch die, vermöge des hineingedrungenen Wassers, erfolgte Verdünnung der Lösung zu sinken begann; von diesem Augenblick zeichnete ich das Steigen in dem Trichterhalse alle fünf Minuten auf. Das Steigen wurde von einem und demselben Anfangspunkt gemessen, und betrug für die Glaubersalzlösung in 5 Minuten $1\frac{5}{6}$ Linien, in 10 Minuten $3\frac{3}{4}'''$, in 15 Minuten $5\frac{2}{3}'''$, und für die Kochsalzlösung in 5 Minuten $2\frac{3}{4}'''$, in 10 Minuten $7\frac{1}{2}'''$ und in 15 Minuten $11\frac{1}{3}'''$.

Diefs stimmt, wie man sieht, gut mit Dutrochet's Angabe, dafs das Steigen der beiden Flüssigkeiten in gleichen Zeitabschnitten sich wie 2 : 1 verhalte. Allein nach seiner Annahme soll diejenige Flüssigkeit die stärkere Endosmosenströmung, wie er's nennt, hervorbringen, die in Haarröhrchen die weniger steigende ist, und daraus würde man schliefsen, dafs die Kochsalzlösung in einem Haarröhrchen weniger hoch steige als die Glaubersalzlösung. Diefs ist aber selbst nach Dutrochet nicht der Fall, denn derselbe fand, dafs bei 10° R. in einem und demselben Haarröhrchen das Wasser 12 Linien, die Kochsalzlösung 10 Linien und die Glaubersalzlösung 8 Linien stieg [1]). Ich vermuthete deshalb, dafs sich bei Angabe dieser Zahlen ein Fehler eingeschlichen habe, und beschlofs daher die Versuche mit dem Haarröhrchen zu wiederholen.

Um die Haarröhrchen zu reinigen, bediente ich mich

1) Annal. Bd. XXVIII S. 359. P.

nicht des von Dutrochet vorgeschriebenen Verfahrens, einen Faden durch die Röhrchen zu ziehen, da es sich zeigte, dafs dieser leicht Fettigkeit von den Fingern annimmt und der Röhre mittheilt, sondern ich tauchte zuerst das Röhrchen in Weingeist, welcher Fettigkeiten besonders gut abnimmt und die feinen Staubtheilchen fortführt. Um die Steighöhe des Wassers zu beobachten, wurde der Weingeist aus der Röhre geblasen, diese darauf in Wasser getaucht, und um das Weingeisthäutchen fortzuschaffen das Wasser durch dieselbe aufgesogen. Als diefs geschehen war, wurde die Steighöhe des Wassers beobachtet. Um das Steigen der Salzlösungen zu beobachten, wurde die Röhre gleich darauf aus dem Wasser gezogen, dann getrocknet und nun von dem darin aufgestiegenen Wasser befreit, erstlich durch Herausblasen und dann durch Aufsaugen von Salzlösung.

Durch dieses Verfahren, welches immer einerlei Resultate gab, wurden für das Steigen in einem engen Haarröhrchen folgende Werthe gefunden. Die Kochsalzlösung stieg 22, das Wasser etwas über 23 und die Glaubersalzlösung etwas weniger als 21 Linien. In einem weiteren Haarröhrchen stiegen diese Flüssigkeiten, in derselben Ordnung genommen, ein wenig über und unter 9 Linien.

Bei Ausmessung durch Quecksilber wurde das Verhältnifs der Durchmesser dieser Röhrchen =1277 : 566 oder =22 : 9,75 gefunden, was mit den Steighöhen für eine und dieselben Flüssigkeiten, die nach den obigen Versuchen ungefähr im Verhältnifs 22 : 9 stehen, wohl übereinstimmt.

In der engen Röhre stieg Weingeist 9 Linien hoch, was der Richtigkeit meiner Versuche zur Bestätigung dient. Denn Gay-Lussac hat mit Hülfe eines eigends dazu eingerichteten Apparats gefunden, dafs in einer Röhre, worin Wasser sich 23,1634 Millimeter erhob, Weingeist bis zu der Höhe von 9,18235 Millimetern stieg, ein Zah-

lenverhältnifs, welches beinah dasselbe ist, welches ich durch blofse Messung mit einem Zirkel und einer Skale gefunden habe. Zu bemerken ist, dafs ich durch einen glücklichen Zufall gerade eine Röhre erhalten habe, deren Durchmesser sich zu dem der von Gay-Lussac angewandten Röhre beinahe wie ein Millimeter zu einer dänischen Linie verhielt.

Dutrochet würde also, das ist gewifs, haben finden müssen, dafs in dem obigen Falle die Endosmosen sich *umgekehrt* wie die Steighöhen in Haarröhrchen verhalten, wiewohl diefs seiner Theorie widerspricht.

§. 5.

Befand sich in dem Trichter eine Zuckerlösung, und in dem Glase eine Kochsalzlösung, beide von dem specifischen Gewichte des Bernsteins, und getrennt durch die über den Trichter gebundene Blase, so stieg die erstere in dem Trichterhals. War dagegen diesen Auflösungen eine solche Dichtigkeit gegeben worden, dafs die eine in einem Haarröhrchen eben so hoch als die andere stieg, und befand sich die Salzlösung, als die specifisch schwerere, in dem Trichter, die Zuckerlösung aber in dem Glase, so stieg die erste einige Zeit hindurch in dem Trichterhalse, begann aber hernach zu fallen, und blieb dabei, selbst nachdem sie auf gleiches Niveau mit der äufseren Zuckerlösung gekommen war.

Dieser Versuch wurde umständlicher mit der Abänderung wiederholt, dafs der Salzlösung ein specifisches Gewicht gegeben wurde, bei welchem sie in einem Haarröhrchen weniger stieg als eine Zuckerlösung. Um 5$\frac{1}{4}$ Uhr Nachmittags war der Apparat in Ordnung. Die Salzlösung, welche in dem Trichter zwei Zoll höher stand als die Zuckerlösung um denselben, begann sogleich zu steigen, mit einer Geschwindigkeit von 7$\frac{1}{2}$ Zoll in zwei Stunden. Es wurde für eine Vermischung der ausgeströmten Salzlösung mit der äufseren Zuckerlösung gesorgt, da die Lichtbrechung zeigte, dafs erstere im Glase zu

Boden sank. Als der Trichterhals um 7 Uhr 41 Minuten bis an's Ende gefüllt war, wurde so viel von der Flüssigkeit herausgeschafft, dafs das innere Niveau nur noch anderthalb Zoll über dem äufseren stand; es stieg dann noch einige Linien, bis ungefähr um 10 Uhr ein Stillstand eintrat. Die Nacht hindurch war das innere Niveau unter das äufsere gesunken. Es wurde nun von einer Salzlösung, die gleiches specifisches Gewicht mit der im Trichter besafs, so viel nachgefüllt, dafs sie wiederum anderthalb Zoll höher als die äufsere Lösung stand, aber defsungeachtet blieb die innere beim Sinken.

Ferner änderte ich den Versuch dahin ab, dafs ich eine Salzlösung nahm, die in einem Haarröhrchen eben so hoch als die Zuckerlösung stieg, und darauf eine andere, die höher stieg. In beiden Fällen stieg die im Trichter befindliche Flüssigkeit anfangs einige Zeit und sank darauf ununterbrochen. Dasselbe geschah auch als die Salzlösung gesättigt und die Zuckerlösung von der Dichtigkeit 1,078 genommen wurde. Die letztere bekam endlich dadurch das gröfsere specifische Gewicht.

§. 6.

Um zu erfahren, wie sich Blätter von Bäumen und Pflanzen bei diesen Versuchen verhalten würden, vornehmlich um zu wissen, ob das dünne Häutchen, womit sie überzogen sind und worauf das Wasser sich nicht verbreitet, das Zusammenströmen zu hindern vermöge, liefs ich von zwei gleich grofsen Fläschchen den Boden so wegschleifen, dafs die dadurch entstandenen Ränder genau schlossen, wenn sie an einander gedrückt wurden, was mittelst einer Klemme und Schraube geschah. Zwischen beide konnte nun ein Blatt gebracht werden, welches dann auf diese Weise ihren gemeinschaftlichen Boden oder eine Scheidewand bildete. Zwei gekrümmte Glasröhren waren in die Hälse der Flaschen eingekittet, um als Steigröhren zu dienen und auch um die Flaschen füllen zu können.

Die

Die Blätter, die ich auf diese Weise als Scheidewände zwischen Flüssigkeiten, gewöhnlich eine Zuckerlösung und Wasser, angewandt habe, ließsen kein Zusammenströmen zu. Mit Rücksicht auf die natürlichen Functionen der Blätter wäre es vielleicht für die Physiologie nützlich, sie als Scheidewände zwischen Luftarten anzuwenden.

§. 7.

Ich habe auch einige Versuche angestellt mit gemischten Salzlösungen auf jeder Seite der Blase, z. B. auf der einen Seite eine Kochsalzlösung und auf der andern Seite eine Lösung von Salpeter und Glaubersalz, aber dabei nichts Bemerkenswerthes gefunden.

Statt der Blase habe ich auch eine dünne Lamelle von einem schieferartigen Stein angewandt. War Wasser auf der einen und Zuckerlösung auf der andern Seite derselben, so schien es, dafs von der letzten verhältnifsmäfsig weit weniger durch diese als durch die Blase strömte. Wasser und Weingeist strömten aber dergestalt hindurch, dafs das Volum des letzteren wuchs gleichwie wenn er von ersterem durch eine Blase getrennt war.

Endlich habe ich auch Magnus's und Fischer's Versuche über die Verdampfung des Wassers durch eine Blase in der Art wiederholt, dafs ich den zuvor beschriebenen Trichter mit einer ausgespannten Blase überband, ihn mit Wasser füllte und mit dem Halse umgekehrt in Quecksilber stellte. Alsbald verdampfte das Wasser durch die Blase und das Quecksilber stieg in der Röhre. Es drängte sich bei dem zunehmenden Druck keine Luft durch die Poren der Blase, bis das Quecksilber um *zehn* Zoll gestiegen war; dann aber lösten sich die Lamellen, aus welchen die Blase besteht, stellenweis von einander ab, und nun trat Luft in den Trichter. Vor diesem Zeitpunkt war durchaus keine Luftblase unter der Blase zum Vorschein gekommen. Dasselbe geschieht, wenn ein mit Wasser gefülltes Glas so mit Blase überbunden wird, dafs

keine Luft darin bleibt. Die äufsere Luft kann dann nicht durch die Poren der Blase von dem Wasser eingesogen werden, da sie darin einen geringeren Druck erleiden würde. Befände sich aber zuvor auf der inneren Seite der Blase eine noch so kleine Luftblase, und also an dieser Stelle Luft auf beiden Seiten der Blase, so wäre es denkbar, dafs die dichtere Luft eingesogen und die Blase erweitert würde.

Aus den obigen Versuchen können für das Zusammenströmen flüssiger Körper folgende Gesetze hergeleitet werden.

a) Das Zusammenströmen geschieht immer so, dafs gleichzeitig von beiden getrennten Flüssigkeiten Theile durch die Lamelle gehen. Diefs Gesetz hat sich nicht nur bei meinen eigenen Versuchen bestätigt, sondern auch bei denen Anderer.

b) Das Zusammenströmungsverhältnifs, d. h. das Verhältnifs der Volume, die von beiden Flüssigkeiten in gleicher Zeit durch die Lamelle gehen, ist abhängig von der Natur der Flüssigkeiten und der Scheidewand, so wie von der Temperatur. Es ist also keineswegen eine nothwendige Bedingung und das Wesentlichste der Erscheinung, dafs von der einen Flüssigkeit ein gröfseres Volum als von der andern durch die Lamelle gehe, oder dafs an der einen Seite dieser Lamelle eine Volumvergröfserung eintrete, wie es Dutrochet fälschlich glaubt.

c) Wenn die Zusammenströmung vollendet ist, bleiben, nach Graham's Angabe, bei Luftarten, auf jeder Seite der Scheidewand Volume übrig, welche durch die ursprünglichen Volume und durch das umgekehrte Verhältnifs der Quadratwurzeln aus ihren Dichtigkeiten bestimmt werden.

Was die Flüssigkeiten betrifft, so geht aus den von mir unternommenen Versuchen hervor, dafs für diese ein

solches allgemeines Gesetz nicht aufgestellt werden kann, es wäre denn allenfalls für ungemischte Flüssigkeiten, wie Wasser und Weingeist. Bei Flüssigkeiten, wie wäfsrige Auflösungen von Kochsalz und Zucker kann man um so weniger ein solches Gesetz erwarten, als dieselben, zufolge der zuvor beschriebenen Versuche, nicht unverändert durch die Blase dringen. Trennt man z. B. gleiche Volume einer gesättigten Kochsalzlösung und einer Zuckerlösung von 1,078 durch eine Blase, so nimmt anfangs die erstere an Volum zu, verliert aber, indem Salz an die Zuckerlösung übergeht, am specifischen Gewicht in stärkerem Grade als nach dem Mischungsverhältnifs der Fall seyn würde; späterhin wächst dagegen wiederum das specifische Gewicht der Kochsalzlösung unter fortgesetztem Zuströmen.

d) Das Verhältnifs der Höhen, zu welchen Flüssigkeiten in Haarröhrchen steigen, hat oft eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Verhältnifs der Zuströmung, d. h. diejenige Flüssigkeit, welche in Haarröhrchen am meisten steigt, strömt auch am stärksten, allein die Versuche im §. 3 bis 7 zeigen, dafs in vielen Fällen aus dem Steigen in Haarröhrchen gar nicht auf das Zuströmungsverhältnifs geschlossen werden kann.

e) Die Zusammenströmung geschieht nicht blofs durch feste poröse Lamellen, sondern auch durch einen kurzen Kanal zwischen Quecksilber und Glas.

f) Der durch chemische Wirkung hervorgebrachte elektrische Strom kann das Zusammenströmungsverhältnifs abändern, aber diefs geschieht nur in so weit er Säuren, Alkalien und Salze ausscheidet.

IV. *Bemerkungen zu Hrn. Graham's Gesetz der Diffusion der Gase; von Hrn. T. S. Thomson.*

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. IV p.* 321)

Hrn. Graham's Abhandlung hat den Zweck, für die Diffusion der Gase das folgende Gesetz mit numerischer Genauigkeit festzusetzen: »Die Diffusion oder freiwillige Vermischung zweier in Berührung stehender Gase geschieht durch einen Ortswechsel unendlich kleiner Volume dieser Gase, und diese Volume sind nicht nothwendig von gleicher Gröfse, sondern für jedes Gas umgekehrt der Quadratwurzel aus dessen Dichte proportional.« Was die Einzelheiten der schönen Versuche des Hr. Graham betrifft, so verweise ich die Leser auf dessen Abhandlung [1]); hier begnüge ich mich mit Angabe einer kurzen Skizze der Methode, welche er bei seinen Versuchen befolgte, und der Resultate seiner Beobachtungen, welche ohne Zweifel einen strengen Beweis des obigen Gesetzes abgeben.

Hr. Graham hat das Diffusionsvermögen bei verschiedenen Gasen untersucht; da indefs das Princip, welches die Basis seiner Experimente ausmacht, das nämliche ist in allen Fällen, so brauchen wir nur bei dem Beispiel stehen zu bleiben, welches er zuerst behandelt und am Vollständigsten entwickelt hat, nämlich bei der Diffusion des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft. Das von ihm gebrauchte Instrument besteht aus einer Glaskugel von 2 Zoll Durchmesser, geblasen mitten aus einer Röhre von 0,4 Zoll Durchmesser. Das obere Ende der Röhre über der Kugel war mit Gyps verschlossen, als dem porösen Mittel, durch welches er die gegenseitige Diffusion

1) Annal. Bd. XXVIII S. 331.

der Gase darthat. Nachdem das Instrument unter den erforderlichen Vorsichtsmafsregeln mit Wasserstoff gefüllt worden, wurde es in eine Glasflasche gebracht, auf deren Boden sich etwas Wasser befand; in dem Maafse als dieses in Folge der raschen Diffusion des Wasserstoffs sich hob, wurde das äufsere Niveau durch Zugiefsen von Wasser auf gleicher Höhe gehalten, um so die mechanische Wirkung eines wachsenden atmosphärischen Drucks zu vermeiden. Am Ende des Versuchs, als der Wasserstoff gänzlich entwichen und das Niveau zum Stillstand gekommen war, wurde die Menge der stellvertretenden Luft genau gemessen und mit dem Volum des ursprünglich in das Instrument gebrachten Wasserstoffs verglichen.

Das Verhältnifs $\frac{\text{Ursprüngl. Wasserstoffvolum}}{\text{Ersetzendes Luftvolum}}$ war = Diffusionsvolum des Wasserstoffs, bezogen auf das der Luft als Einheit. Das Mittel aus fünf Versuchen gab 3,843 für das Diffusionsvolum des Wasserstoffs, was mit dem angeführten Gesetz übereinstimmt. Denn die Dichtigkeit des Wasserstoffs ist 0,0694. Die Quadratwurzel daraus 0,2635; also hat man die Proportion 0,2635:1::1:3,7947, als Diffusionsvolum des Wasserstoffs. Diese Zahl kommt der durch den Versuch gefundenen sehr nahe [1]). Kohlensäure, Chlor, schweflige Säure, Stickstoffoxydul und andere Gase, auf gleiche Weise behandelt, gaben ähnliche Resultate, welche alle dahin neigten zu zeigen, dafs ihre respectiven Diffusionsvolume sich umgekehrt wie die Quadratwurzel aus ihrer Dichte verhalten.

In der Absicht, die scheinbaren Widersprüche bei

1) Sie kommt ihr noch näher, wenn man statt 0,0694 das richtige spec. Gew. des Wasserstoffs 0,0688 anwendet, wie schon Band XXVIII S. 346 (Anmerk.) bemerkt wurde. — Beiläufig gesagt, mufs es daselbst, wie in der Tafel S. 345 desselben Bandes heifsen $\sqrt{\frac{1}{\delta}}$ statt $\sqrt{\frac{1}{\delta^2}}$, P.

[redacted]

den Resultaten der unter mannigfach abgeänderten Umständen angestellten Versuche zu erklären, hat Hr. Graham zu bestimmen gesucht, was für Mengen von verschiedenen Gasen durch kleine Oeffnungen in einen leeren Raum strömen, wenn sie einem mechanischen Druck unterworfen werden. Zu dem Ende hat er, wiederum durch Gyps als poröses Mittel, verschiedene Gase in einen luftleeren Recipienten strömen lassen. Die verhältnifsmäfsigen Geschwindigkeiten ihres Eintritts in denselben wurden aus den Angaben einer am Apparat befestigten Barometerprobe hergeleitet. Angefangen unter einem Druck von 29 engl. Zollen und geschlossen mit einem von 27" drang ein gleiches Volum der verschiedenen Gase in folgenden Zeiten ein:

Luft, trocken	10' 0"	Kohlenoxyd	9' 30"
dito, bei 60° F. gesättigt feucht	10 0	Oelbildendes Gas	7 50
Kohlensäure	10 0	Steinkohlengas	7 0
Stickstoff	10 0	Wasserstoff	4 0

Er hat gefunden, dafs die Geschwindigkeit eines und desselben Gases mit dem Drucke verschieden ist, aber nicht im directen Verhältnisse zu diesem Druck. Unter einem zweifachen Druck war die Geschwindigkeit nicht ganz die Doppelte. Hr. Graham schliefst mit der Bemerkung, dafs das von ihm entdeckte Gesetz weder vorausgesehen noch erklärt sey von irgend einer der gegenwärtigen Corpusculartheorien.

Die folgenden Bemerkungen haben den Zweck, zu zeigen, dafs die von Hrn. Graham aufgefundenen Thatsachen keineswegs in Widerspruch stehen mit allen Theorien über die mechanischen Beziehungen gemischter Gase, sondern eine elegante und auffallende Bestätigung der Dalton'schen Hypothese über diesen Gegenstand liefern, nämlich derjenigen, dafs die Theilchen eines Gases nicht gegen die Theilchen eines anderen Gases elastisch oder repulsiv sind, sondern blofs gegen die ihrer eigenen Art.

Der auffallendste und merkwürdigste Zug in dem Gesetz des Hrn. Graham ist der, daſs die wechselseitigen Diffusionsgeschwindigkeiten der Gase genau den Zahlen proportional sind, welche die Theorie für die relativen Geschwindigkeiten ihres Einströmens in ein Vacuum angiebt.

Der zuletzt erwähnte Theil der Versuche des Herrn Graham ist, scheint mir, in Widerspruch mit dem anerkannten Gesetz der Mechanik der Gase, welches sagt, daſs die Geschwindigkeit des Einströmens in das Vacuum für verschiedene Gase proportional ist den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten dieser Gase. Der Beweis dieses Gesetzes ist jedoch so streng und über allem Einwurf erhaben, daſs man natürlich vermuthen muſs, es habe bei den von Hrn. Graham beschriebenen Thatsachen entweder eine Unrichtigkeit in der Beobachtung oder eine Mangelhaftigkeit in der Art des Experimentirens zu jenen irrigen Schlüssen geleitet. Was diese Hypothese recht wahrscheinlich macht, ist der Umstand, daſs zwischen den Beobachtungen des Hrn. Graham und den von dem theoretischen Gesetz gegebenen Verhältnissen eine gewisse Uebereinstimmung herrscht. So z. B. findet er die Geschwindigkeit des Einströmens in ein Vacuum beim Wasserstoff bedeutend gröſser als bei der atmosphärischen Luft unter gleichen Umständen, aber nicht ganz so groſs als es die Theorie angeben würde. Ein anderer Umstand, der noch mehr Zweifel an der Richtigkeit dieser Tafel erwecken muſs, ist der, daſs die Dichtigkeit der Gase, welche, nach Hrn. Graham's Gesetz, bei der gegenseitigen Diffusion derselben von der gröſsten Wichtigkeit ist, nur einen sehr geringen oder gar keinen Einfluſs auf das Einströmen dieser Gase in das Vacuum ausübt.

Nach Hrn. Graham ist die Dichtigkeit von:

Stickstoff	0,972
Atmosphärischer Luft	1,000

Sauerstoffgas	1,111
Kohlensäuregas	1,527

und dennoch strömen sie mit gleicher Geschwindigkeit in das Vacuum! Eine solche Anomalie kann gegen die Principien, welche den Experimenten zum Grunde lagen, oder gegen die Genauigkeit der Beobachtungen nur Mifstrauen einflöfsen.

Vertrauend auf die Gültigkeit des Gesetzes der Mechanik der Gase wollen wir daher untersuchen, wie dasselbe, combinirt mit dem Dalton'schen Gesetz, die Erscheinungen erkläre, welche man beobachtet, wenn Gase, die unter gleichem Drucke stehen, vermöge ihrer gegenseitigen Expansion, durch poröse Mittel gehen. Zu dem Ende betrachten wir zwei Gase g und g', deren Dichtigkeiten d und d' seyen, und die, unter gleichem Drucke, mit den Geschwindigkeiten e und e' in das Vacuum strömen; die Volume, die von diesen Gasen in gleicher Zeit einströmen, seyen v und v', und die verhältnifsmäfsigen Gewichte oder die Massen von v und v' seyen m und m'. Nach dem bekannten Gesetz erhält man ihre relative Geschwindigkeit in das Vacuum durch die Proportion:

$$e : e' :: \sqrt{d'} : \sqrt{d} \quad \ldots \quad (1)$$

$$e^2 d = e'^2 d' \quad \ldots \quad (2)$$

Da nun e und e' wie v und v' variiren, und da das Gewicht oder die Masse sich wie das Product aus der Dichtigkeit in das Volum eines jeden Gases verhält, so haben wir offenbar die Gleichungen:

$$v\,d = e\,d = m \quad \ldots \quad (3)$$

$$v'd' = e'd' = m' \quad \ldots \quad (4)$$

Combinirt man mit diesen die beiden Gleichungen (1) und (2), so bekommt man:

$$em = e'\,m',$$

d. h. das Product aus der Masse in die Geschwindigkeit des Stroms bei seinem Anfang ist gleich bei beiden Gasen, welch eine Dichtigkeit sie auch haben, oder in an-

deren Worten, die bewegende Kraft eines jeden Stroms ist gleich bei seinem Anfang. Dieses, seiner Einfachheit und Wichtigkeit wegen, merkwürdige Gesetz findet sich, so viel ich weiſs, in keinem Lehrbuche über die Mechanik der Gase.

Statt die Gase in ein Vacuum treten zu lassen, setze man nun voraus, sie drängen durch eine enge Oeffnung oder durch ein System von Oeffnungen, wie es ein Stöpsel von Gyps oder irgend einer andern porösen Substanz darbietet. Beschränkt wie wir sind in unserer Kenntniſs von dem Molecularzustand der Gase, vermögen wir nicht zu bestimmen, in welcher Weise die entgegengesetzten Ströme auf einander wirken, ob durch Stoſs, durch Reibung oder sonst einen mechanischen Vorgang. Eins aber können wir mit Sicherheit vorhersagen, das nämlich, daſs ein theilweiser Widerstand stattfinden und daraus eine Verzögerung in der Geschwindigkeit beider Gase entspringen werde. Und weil, wegen Gleichheit der Action und Reaction, die Gröſse der verlornen Bewegung für beide Theile gleich ist, werden die resultirenden Momente der Ströme nothwendig auch gleich seyn, und folglich werden, wenn man mit den Gleichungen (1), (2), (3), (4) die nöthigen Umformungen macht, die Geschwindigkeiten umgekehrt proportional seyn den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten. Man sieht hiedurch, daſs, wenn die Data richtig sind, die *Anfangsgeschwindigkeiten* der Expansion genau in der von Hrn. Graham durch Versuche bestimmten Proportion stehen müssen.

Es bleibt bloſs zu zeigen übrig, daſs im Fortgange des Versuchs die bewegende Kraft dieselbe Gröſse behalte, und folglich, daſs die endlich ausgetauschten Volume den Anfangsgeschwindigkeiten proportional seyn müssen, wie Hr. Graham es gefunden hat. Zu dem Ende wollen wir den schon vorhin erwähnten Fall, wo Wasserstoff sich aus dem Instrument in die Atmosphäre verbreitet wieder vornehmen. Zu einem gewissen Zeit-

punkt des Vorgangs, nach angefangener Ausdehnung, sey h die im Apparat zurückgebliebene Menge Wasserstoff und a die an deren Statt eingetretene Luftmenge. Da das Gasgemenge unter dem atmosphärischen Druck gehalten wird, indem man das Wasser aufserhalb des Instruments auf gleiches Niveau mit dem innerhalb desselben bringt, so wird, wenn man den atmosphärischen Druck zur Einheit annimmt, sein Volum durch $a+h$ ausgedrückt, die Spannkraft des Wasserstoffs in der Kugel durch $\frac{h}{a+h}$ und die der Luft daselbst durch $\frac{a}{a+h}$. Die expansive Tension oder die Elasticität des Wasserstoffs ist also proportional $\frac{h}{a+h}$, und die antreibende Kraft der Atmosphäre, welche gleich ist dem Ueberschufs des äufseren Drucks über die Spannkraft der innern Luft, ist proportional: $\frac{1-a}{a+h}=\frac{h}{a+h}$.

Da a und h unbestimmt sind, so folgt hieraus, dafs in jedem Zeitpunkt zwischen dem Anfange und dem Ende des Vorgangs die eintreibende Kraft der Luft gleich ist der austreibenden des Wasserstoffs; die Gröfse der verlornen Bewegung wird beiderseits gleich seyn, wie die resultirenden Momente der beiden Ströme; und daraus folgt durch eine ähnliche Schlufsfolge wie vorhin, *dafs die am Ende ausgetauschten Volume nothwendig umgekehrt proportional sind den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten.* Die allmälige Abnahme der expandirenden Elasticität erklärt zugleich, weshalb die Schnelligkeit der Expansion zu Anfange des Versuchs so grofs ist, und in dem Maafse als dieser vorrückt allmälig abnimmt.

Mit einem Wort, die Beobachtungen des Hrn. Graham lassen sich auf Gase in Bewegung anwenden; die Theorie von Dalton auf deren Beziehungen, wenn sie im Zustande des Gleichgewichts sind. Die einen sind

[redacted]

der stastische, die andere ist der dynamische Ausdruck eines und desselben Gesetzes.

Es ist nicht leicht, Gründe aufzufinden, warum Hrn. Graham's Resultate über die Geschwindigkeit der in ein Vacuum eintretenden Gase so merklich von denen durch die Theorie angezeigten abweichen. Unglücklicherweise hat man bei der geringen Zahl von Versuchen, die bisher über diesen Gegenstand angestellt sind, noch nicht hinlänglich darauf geachtet, welcher Unterschied vorhanden ist, wenn ein Gas, welches unter einem gewissen Drucke steht, in die Atmosphäre eines anderen Gases oder in die seiner eigenen Art einströmt. Aus diesem Grunde sind die Resultate der Versuche, welche Leslie in den Zusätzen zu seiner *Inquiry into the Nature and Propagation of heat* beigebracht, und die, welche Faraday über das Ausströmen der Gase durch Haarröhrchen angestellt hat [1]), verschieden von den Graham'schen und den aus der Theorie abgeleiteten. Ich halte es für wahrscheinlich, dafs beim Durchgang durch ein poröses Mittel diejenigen Gase, welche rascher gehen wollen, einen gröfseren Widerstand durch die winklichen Unregelmäfsigkeiten der Verbindungskanäle erleiden als die, welche sich mit geringerer Geschwindigkeit bewegen.

Wenn andererseits die Gase in einander dringen und sich wechselseitig verzögern, hat man es mit einer Aufgabe von Zeit und nicht von Geschwindigkeit zu thun; und die im Widerstand vorausgesetzte Ungleichheit kann sehr gering werden, wenn nicht gar ganz verschwinden.

Diese Voraussetzung hat überdiefs den Vortheil, die Versuche des Hrn. Graham bis zu einem gewissen Punkt mit den Herleitungen aus der Theorie in Einklang zu bringen. Allein es steht zu hoffen, dafs fernere Ver-

1) Annal. Bd. XXVIII S. 354. *P.*

suche mehr Licht über diese interessante Aufgabe verbreiten werden.

V. *Ueber die Repulsivkraft der Wärme; von Hrn.* Baden Powell.

(*Philosophical Transact. f.* 1834, *pt. II p.* 485.)

Die Ausdehnung der Körper durch Wärme scheint auf eine gegenseitige Abstofsung ihrer Theilchen hinzuweisen, und man wird dadurch natürlich zu der Frage geführt, ob nicht eine solche Repulsivkraft überhaupt der Wärme angehöre oder von ihr zwischen den Theilchen der Materie sowohl in merklichen als unmerklichen Entfernungen erregt werde.

So stark aber auch die Aufforderung zu einer solchen Untersuchung seyn mag, so ist sie doch nicht leicht zu verfolgen oder zu entscheiden. Zum Theil ist der Gegenstand bereits durch die HH. Libri, Fresnel und Saigey untersucht, allein ihre Versuche scheinen nicht viel Aufmerksamkeit erregt zu haben, und die Resultate derselben sind bedeutend in Zweifel gestellt worden. Neuerlich hat Hr. Prof. Forbes in Edinburg die Untersuchung wieder aufgefrischt, indem er jene Repulsivkraft zur Erklärung der von Hrn. Trevelyan zuerst beobachteten und von ihm selbst vollständiger untersuchten sonderbaren Erscheinungen, welche die Vibrationen erhitzter Metallstücke darbieten [1]), angewandt hat. Unter einer anderen Gestalt hatte der Gegenstand bereits meine Aufmerksamkeit erregt, ehe ich mit Hrn. Forbes's Untersuchung bekannt war; allein nach der Lesung dieses Aufsatzes bekam derselbe ein neues Interesse für mich, und indem ich ihn verfolgte, erhielt ich einige

1) Annal. Bd. XXIV S. 466 und Bd. XXXIII S. 553. *P.*

Resultate, welche mir scheinen entscheidend zu seyn für eine Frage, die wegen der Analogien in den physischen Actionen wichtig, und bisher als in bedeutende Unsicherheit eingehüllt betrachtet worden ist.

Hr. Libri hat, ich glaube im J. 1824, den Einfluſs der Wärme auf die Capillarattraction untersucht [1]), und dabei gefunden, daſs wenn ein Wassertropfen an einem Drahte hängt, den man an einer Stelle erwärmt, der Tropfen von dieser Stelle fortrückt, sowohl wenn der Draht horizontal, als sogar wenn er von der erwärmten Stelle aus aufwärts gehalten wird. Diese Erscheinung, schloſs er, rühre her von einer durch die Wärme erzeugten Abstoſsung zwischen den Draht und den Wassertheilchen.

Hr. Fresnel [2]) gebrauchte Scheibchen von Zinnfolie und von Glimmer, befestigt an die Enden einer im Vacuo zart aufgehängten Magnetnadel, die so wenig aus dem Meridian abgelenkt worden war, daſs ein solches Scheibchen so eben einen Druck gegen ein anderes festes Scheibchen ausübte. Bei Erwärmung einer von beiden durch die mittelst einer Linse gesammelten Sonnenstrahlen ward eine merkliche Repulsion erzeugt. Er zeigte, daſs die Wirkung nicht durch einen Strom der wenigen zurückgebliebenen Luft verursacht worden sey, da sie bei Hinzulassung von mehr Luft nicht vergröſsert werde, — daſs sie nicht magnetischer oder elektrischer Natur sey, und daſs sie bei dickeren Scheiben nicht vergröſsert, sondern gewöhnlich verringert werde. Er erwähnt andere Punkte hinsichtlich deren seine Resultate nicht so entscheidend gewesen sind, und räumt überdieſs ein, daſs der ganze Gegenstand fernere Untersuchungen erfordere. Die Vervollständigung dieser interessanten Untersuchung ist ohne Zweifel eine von den vielen Wohlthaten, deren die Wissenschaft durch seinen frühen Tod beraubt wurde.

1) S. Annal. Bd. X S. 301. *P.*
2) S. Annal. Bd. IV S. 355. *P.*

Hr. Saigey [1]) nahm, im Laufe seiner Versuche über die Entwicklung von Magnetismus in gewissen metallischen Körpern, Abstoßsungserscheinungen gewahr, welche er, nachdem er jede andere mögliche Ursache derselben geprüft hatte, für Wirkungen der Wärme erklärt. Er erforschte die Wirkungen mittelst einer Bleinadel, die in verschiedenen Abständen von einem Kupferstab zart aufgehängt war, und fand, dafs die Anzahl ihrer Oscillationen in einer gegebenen Zeit mit Verringerung des Abstandes abnahm, d. h. dafs die Nadel sich schneller in Parallelismus mit dem heifsen Stabe stellte, in welchen eine Abstofsung sie zu bringen gesucht haben würde.

Hrn. Libri's Resultat ist merkwürdig, weil es Laplace's Ansicht widerspricht [2]); dieser nämlich redet von der »Repulsivkraft der Wärme« als zwischen den Theilchen einer Flüssigkeit vorhanden, bemerkt aber, dafs der *Versuch zeige*, sie habe keinen anderen Einflufs auf die Capillar-Anziehung als den, welcher aus einer durch sie bewirkten Dichtigkeitsverringerung der Flüssigkeit erfolge.

Bei Wiederholung von Hrn. Libri's Versuch habe ich keinen anderen Erfolg gesehen, als eine geringe Bewegung des Tropfens, die aus einer blofsen Verdampfung zur Seite der erhitzten Stelle erklärbar schien.

Ich habe ferner bemerkt, dafs ein Tropfen Oel, enthalten in einer Glasröhre von ungefähr einem Zehntelzoll inneren Durchmesser, von der Stelle, welche erhitzt wurde, fortrückte, offenbar wegen der Ausdehnung des Glases, welche die Röhre schwach konisch machte: so dafs der Tropfen sich gegen das engere Ende bewegte. Ich habe auch Haarröhrchen erhitzt, bis die darin aufgestiegene Flüssigkeit siedete, aber keine Wirkung davon beobachtet; ferner Glasplatten, zwischen welchen ich ei-

1) Ferussac's *Bulletin Scienc. mathem. T. IX p.* 89, 167, 239.

2) *Mécanique céleste, Libr. X p.* 75.



Oeltropfen fortrücken liefs, ohne seine Bewegung
leringsten abgeändert zu sehen; endlich auch eine
platte, an deren Unterseite ein Quecksilberkügelchen
ohne dafs die Anziehung zu demselben überwältigt
len wäre.

Für Abstofsungen in gröfsere Entfernungen wandte
ine der Fresnel'schen einigermafsen ähnliche Vor-
ing an, wobei die Scheiben aus zwei kleinen, voll-
nen ebenen Glasplatten bestanden. Wenn sie an-
so stark zusammengedrückt wurden, dafs sie adhä-
i, fand ich, dafs Wärme diese Adhäsion aufhob, und
die bewegliche Platte bisweilen bedeutend zurück-
. Allein diese Wirkung (und vielleicht auch die in
snel's Versuch) scheint mir gröfstentheils von einer
ren Repulsion herzurühren, nämlich davon, dafs die
platte durch die gröfsere Ausdehnung der mehr er-
en Oberfläche etwas gekrümmt, gegen die Wärme
convex wird. Der Betrag dieser Krümmung läfst
aus der bekannten Ausdehnung des Glases, den Tem-
urunterschieden der beiden Oberflächen und der
e der Platte leicht berechnen.

In einigen Fällen wurden die Glasplatten so stark
nmengeprefst, dafs die *Farben der dünnen Blätt-*
zwischen ihnen sichtbar wurden. Bei Erwärmung
en diese Farben in der Skale herab, und bald ver-
anden sie ganz. Diese Farben sind demnach geeig-
die geringste Veränderung in dem Abstande zwi-
ı den Platten anzuzeigen, durch welche Ursache
diese Veränderung bewirkt worden seyn mag; und
Wirkung der durch die Hitze hervorgebrachten Krüm-
; (oder vielmehr des Wiedergeradewerdens der ge-
ımten Platte) läfst sich berechnen und mit der Beob-
ıng vergleichen. Ich habe auf diese Weise viele
uche angestellt, und mich dadurch überzeugt, dafs
estaltveränderung *nicht hinreicht,* den beobachteten
t *ganz* zu erklären, und dafs die durch das Hinab-

sinken der Farben in der Skale angedeutete Trennung zum Theil von einer *wirklichen Repulsion* herrührt.

Ich werde das Detail dieser Versuche nicht mittheilen, weil es sogleich einleuchtet, dafs der Gebrauch von *Glaslinsen* ein einfaches und von jedem Einflufs einer Gestaltveränderung befreites Mittel an die Hand giebt, die Frage ohne Rechnung zu entscheiden. Klar ist nämlich, dafs wenn zwischen einer convexen Fläche und einer anderen, convexen, ebenen oder selbst concaven Fläche von geringerer Krümmung Ringe gebildet werden, und man darauf die eine oder die andere Linse von aufsen her erwärmt, die Wärme in jedem Falle zuerst dahin streben wird, durch eine Gestaltveränderung den *Berührungswinkel zu verkleinern*, und (falls keine andere Ursache störend einwirkt) die *Ringe gröfser zu machen*, ohne dafs die Farbe in der Mitte verändert wird, so lange nicht die Krümmung der der convexen Fläche gleich kommt.

Bei dieser Form des Versuchs habe ich beständig gefunden, *dafs die Ringe sich von dem ersten Momente an regelmäfsig zusammenziehen, und dafs die Farbe in der Mitte beständig in der Skale herabsinkt bis Alles verschwunden ist.*

Es müssen jedoch dabei mehre Vorsichtsmafsregeln beachtet werden. Wenn die Gläser mehr als sehr wenig convex sind, ist der Theil der Fläche, worin sie einander nahe genug kommen, dafs eine Repulsion wirken kann, sehr klein, und dadurch kann der Gesammteffect der Repulsivkraft für die Ueberwältigung des Gewichts der oberen Linse und selbst ihrer Trägheit zu schwach werden. Diese Schwierigkeit fand ich bei Flächen, welche den ersten hellen Ring, wenn das Centrum ein Punkt der gröfsten Helligkeit war, von ungefähr 0,1 Durchmesser gaben. Selbst hier wurden die Ringe niemals erweitert. Allein mit Flächen von geringerer Krümmung, welche einen Durchmesser von 0,2 bis 0,3 Zoll gaben,

zeigte

› sich die Wirkung immer, am deutlichsten, wenn über die ohne Pressung auf einander gelegten Glä- in rothglühendes Eisen brachte.

Diese Versuche, obwohl einfach in ihrem Principe, dern doch einige Sorgfalt; allein nach allen Vor- maſsregeln und nach der umsichtlichsten Erwägung Ursachen, welche das Resultat verursacht oder abge- rt haben könnten, scheint mir, daſs die Trennung der er innerhalb der zwar ungemein kleinen, aber wohl änzten und bekannten Räume, deren Veränderungen h die Farbenabstufungen angedeutet werden, *nur der kung einer durch die Wärme zwischen den Glas- len erzeugten oder erregten Abstoſsungskraft zuge- ieben werden könne.*

Es drängen sich sogleich in Betreff der Natur und Eigenschaften dieser Repulsivkraft mehre Fragen auf, denen einige durch Abänderungen der obigen Me- le scheinen beantwortet werden zu können.

Die *Entfernung*, bis in welche die Repulsivkraft ien kann, erstreckt sich, wie diese Versuche zeigen, r die hinaus, bei welcher die letzte sichtbare Ord- g der Newton'schen Farben gebildet wird. Ich e indeſs auch, und zwar erfolgreich, den Versuch mit Farben wiederholt, welche unter der Grundfläche s Prismas, das auf eine Linse von sehr geringer Con- tät gelegt ist, gebildet werden, und hier beträgt der tand, nach der von Hrn. John Herschel [1]) gegebe- Bestimmung, ungefähr $\frac{1}{1100}$ Zoll.

Für gröſsere als diese kleinen Entfernungen sind an- › Methoden aufzusuchen. Allein die Gewiſsheit die- Resultate innerhalb dieser Gränzen bestätigt die Wahr- inlichkeit der von Fresnel und Saigey für grö- e Entfernungen gemachten Schlüsse.

Ich habe viele andere Versuche angestellt, in der icht, die Wärme-Repulsion *bei verschiedenen Sub-*

1) *On Light*, *p.* 641.

stanzen und verschiedener Beschaffenheit der Oberflächen auszumitteln. Begreiflicherweise haben aber diese Versuche, wenige ausgenommen, ihre Schwierigkeiten. Ich habe jedoch gefunden, daſs sich die Erscheinung nicht nur zwischen zwei Glasflächen hervorbringen läſst, sondern auch zwischen einer Glas- und einer Metallfläche. Ich erwärmte von unten her eine Platte Spiegelmetall mit sehr polirter Oberfläche, auf welcher mittelst einer aufgelegten convexen Linse die Ringe gebildet waren; und indem ich die Wirkung mit der ähnlichen verglich, welche bei Anwendung einer eben so dicken Glasplatte erhalten wurde, fand ich, daſs das Metall, ungeachtet seines besseren Leitungsvermögens, eine entschieden schwächere Wirkung gab; allein durch seine sehr polirte Oberfläche war es auch ein schlechterer Ausstrahler als das Glas.

Wenn man ähnliche Versuche mit bekleideten oder rauhen Oberflächen anstellt, so stöſst man auf die groſse Schwierigkeit, die Ringe sichtbar zu machen. Polirte Oberflächen zu bekleiden und in der Mitte, zur Bildung der Ringe, einen kleinen Fleck frei zu lassen, hat wegen Ungleichheit der Fläche und des Contacts offenbar viel gegen sich. Allein ich habe gefunden, daſs diese Methode nicht durchaus nothwendig ist. Die Ringe lassen sich bilden, wenn der centrale Theil der Bedeckung bloſs schwach abgerieben wird und Theilchen der Bekleidung daran gelassen werden. Ich habe Ringe gebildet, als solche Theilchen in der Mitte derselben gesehen wurden. Mit dieser Vorsicht habe ich viele vergleichende Versuche angestellt. Eine Metallplatte gab, mit Tusch überzogen, eine gröſsere Wirkung, als im Fall sie entblöſst war. Eine Glasplatte wurde nach einander mit Tusch, mit dem Rauch einer Kerzenflamme und mit Blattgold überzogen; die beiden ersten Ueberzüge gaben eine gröſsere Wirkung als das Blattgold, was mit dem groſsen Strahlungsvermögen jener Substanzen übereinstimmt.

Allein mit allen diesen Ueberzügen war die Wir- größser als mit dem bloſsen Glase; wogegen, nach a Leslie, sowohl die Tusche als das Blattgold ein geres Strahlungsvermögen als das Glas besitzen. Die- Unterschied schreibe ich dem Umstande zu, daſs zwi- n der Linse und dem weicheren, nachgiebigeren zug, gegen welchen sie gedrückt wurde, ein besse- Contact stattfand.

Diese vergleichenden Versuche wurden so angestellt, die Platte mit darauf gelegter Linse in einer unver- rlichen Höhe über der Weingeistlampe angebracht de.

Aus diesen Versuchen können wir also schlieſsen, , wiewohl caeteris paribus das bessere Ausstrahlungs- nögen der Oberfläche die Wirkung erhöht, doch an- Umstände noch kräftiger auf die Resultate einwir- , nämlich, wie es scheint, *alle die, welche die Mit- lung der Wärme zu beschleunigen trachten.*

Dieſs ist noch einleuchtender, wenn die Ringe in r dünnen Wasserschicht zwischen zwei Linsen gebil- werden. Die Wirkung ist hier sogar gröſser als in Luft, und, wie ich vermuthe, unabhängig von der hlung.

Aus Allem können wir demnach schlieſsen, daſs der toſsungs-Effect abhängt von dem *Wärmebetrage, wel- der zweiten Fläche auf irgend eine Weise mitge- lt wird.*

Da, wie zuvor erwähnt, die Wärme nicht die Ca- rattraction überwältigen kann, folgt endlich auch, daſs Wärme, im Fall eine Flüssigkeit zwischen die Lin- eingeschaltet ist, die Abstoſsung direct zwischen den len Flächen durch die Flüssigkeit erregt, und nicht m sie die Anziehung der Flüssigkeit zu einer dieser chen schwächt.

VI. *Steinheil's Photometer.*

(Aus den Götting. gelehrt. Anzeigen, 1835, No. 34 und 35.)

Zur Beantwortung der auf den November 1834 von der mathematischen Klasse der Königl. Societät in Göttingen aufgegebenen Hauptpreisfrage, deren Termin aber bis Ende Decembers verlängert war, waren drei Concurrenzschriften eingelaufen, eine in lateinischer Sprache mit dem Motto: *Opinionum commenta delet dies, naturae iudicia confirmat;* die zweite in deutscher Sprache, mit der Aufschrift: *Suum cuique;* die dritte gleichfalls deutsch, mit den Worten: Nur gleichartige Eindrücke sind vergleichbar.

Die Abhandlung No. 2, mit der Aufschrift: *Suum cuique*, enthält nur die Meinungen ihres Verfassers über die Bildung und Naturbeschaffenheit der Himmelskörper, und gar nichts, was auf die Lösung der von der Societät gestellten Aufgabe Bezug hätte. Eine besondere Beurtheilung jener Meinungen ist daher unnöthig, da solche mit der Preisfrage in gar keinem Zusammenhange stehen.

Der Verfasser der Schrift No. 1, *Opinionum commenta etc.*, hat hingegen die Frage richtig aufgefafst, einen Apparat zur Vergleichung der Lichtstärke zweier Sterne angegeben und ausführen lassen, auch einige Versuche der Anwendung auf wirkliche Lichtmessungen mitgetheilt. Das Instrument ist ein Fernrohr mit solchen Vorrichtungen, dafs beide Sterne zugleich im Felde neben einander gesehen werden können, der eine direct, der andere durch Reflexion. Letztere wird durch einen vor dem Objectiv angebrachten Spiegel bewirkt, der sich in die, dem Winkelabstande beider Sterne entsprechende

[redacted]

Neigung gegen die Gesichtslinie durch Drehung um eine, die Gesichtslinie rechtwinklicht schneidende Axe bringen läſst; der äuſsere Rand des Spiegels fällt mit dieser Drehungsaxe zusammen, daher der Spiegel in jeder Lage die Hälfte des Spiegels für directes Licht verschattet. Es ist nun aber noch unmittelbar vor dem Objectiv eine halbkreisförmige Blendung angebracht, welche nur die Hälfte des Objectivs offen läſst und ganz herumgedreht werden kann. Die Gröſse dieser Drehung wird auf einem eingetheilten Ringe (so wie die Gröſse der Spiegeldrehung auf einem Gradbogen) gemessen. Steht der Index des Ringes auf dem Nullpunkt, so kommt gar kein directes, nach einer halben Umdrehung hingegen kommt gar kein reflectirtes Licht in das Fernrohr; bei jeder Zwischenlage theilt sich das reflectirte und das directe Licht im Verhältniſs der Abweichung von jenen beiden Stellungen in die offene Hälfte des Objectivs. Man übersieht so leicht, daſs wenn man durch Drehung der Objectivblendung bewirkt hat, daſs beide Sterne gleich hell erscheinen, sich, vorbehältlich eines noch unbekannten, von der Schwächung des Lichts durch die Reflexion abhängigen Factors, das Verhältniſs der Lichtstärke beider Sterne berechnen läſst; dieser unbekannte Factor wird gefunden oder eliminirt durch Zuziehung einer zweiten Beobachtung, wobei bloſs die Sterne vertauscht werden. Für gewisse Fälle hat der Verfasser noch einen zweiten Spiegel beigefügt, so daſs der eine Stern durch doppelte Reflexion gesehen wird, was übrigens in der Methode keinen Unterschied macht. Die Bequemlichkeit des Gebrauchs wird durch ein parallatisches Stativ sehr erhöht.

Man muſs bedauern, daſs der späte Empfang dieses Instruments aus den Händen des Verfertigers den Verfasser gehindert hat, eine durchgreifende Prüfung durch zahlreiche Messungen auszuführen. Er hat das Lichtverhältniſs von sieben Sternpaaren, zusammen aus nur 44

Beobachtungen, die jedoch nur summarisch angezeigt werden, bestimmt. Die Resultate, die zuerst gesetzten Sterne jedesmal als Einheit betrachtet, sind folgende:

Sterne.	Lichtverhältnifs.
Rigel, Procyon	0,8501
Rigel, β kleiner Hund	0,1258
Sirius, Rigel	0,2875
Sirius, Procyon	0,2756
Procyon, Regulus	0,3781
Procyon, Nordstern	0,4369
Regulus, Nordstern	0,5720

Die Höhen der Sterne, oder die Gröfsen wovon sie abhängen, fehlen. Die wahrscheinlichen Fehler dieser Bestimmungen, so weit sie aus der Vergleichung der einzelnen Beobachtungen unter sich festgesetzt werden können, würden, nach den Anführungen des Verfassers, zwischen $\frac{1}{16}$ und $\frac{1}{64}$ des Ganzen schwanken. Vergleicht man nun aber die erste, dritte und vierte Bestimmung unter sich, so zeigt sich die Nothwendigkeit viel stärkerer Correctionen, und die drei letzten Bestimmungen lassen sich gar nicht vereinigen. Der Verfasser gesteht selbst, dafs er diesen Widerspruch nicht zu erklären wisse, und wenn man gleich hoffen mufs, dafs es ihm in Zukunft nach viel umfassenderen Versuchen gelingen werde, die Quelle solcher Fehler aufzufinden, so bleibt doch gegenwärtig die Tauglichkeit des Apparats zur Messung der Helligkeit leuchtender Punkte noch unverbürgt.

Der Verfasser der dritten Abhandlung mit dem Motto: *Nur gleichartige Eindrücke sind vergleichbar*, hat zwei ganz verschiedene Apparate angegeben und ausgeführt; den einen nennt er den Ocularapparat, den andern das Prismenphotometer. Obwohl beide zu dem vorgegebenen Zweck angewandt werden können, so ist doch eigentlich der erstere weniger zur Vergleichung der Lichtstärke leuchtender Punkte, als zur Vergleichung der specifischen

Helligkeit ausgedehnterer Flächen, z. B. des Himmelsgrundes, bestimmt, und es wird daher hinreichen, hier nur die Hauptmomente des zweiten Apparats anzugeben. Der Grundgedanke für dieses Instrument ist die bekannte Erfahrung, dafs ein Stern, welcher dem unbewaffneten Auge, oder in einem zum deutlichen Sehen gestellten Fernrohr wie ein untheilbarer leuchtender Punkt erscheint, sich in ein kreisförmiges Bild ausbreitet, wenn man dem Oculare eine andere Stellung giebt, als das deutliche Sehen erfordert. Dieses Bild ist desto gröfser, aber eben deshalb in seinen Theilnn desto lichtschwächer, je weiter das Ocular von seiner Normalstellung absteht. Für ungleich helle Sterne mufs man daher das Ocular in ungleiche Entfernung von der Normalstellung bringen, um die Bilder in gleicher Flächenhelligkeit erscheinen zu lassen. Es läfst sich so die Lichtstärke zweier Sterne schon einigermafsen vergleichen, wenn man undeutliche Bilder von ihnen *nach einander* beobachtet, ihre Flächenhelligkeit, so viel der Gedächtnifseindruck verstattet, gleich macht, und die entsprechenden Ocularstellungen abmifst. Natürlich erwartet man von einem so rohen Verfahren wenig Genauigkeit, und findet sich daher überrascht, dafs die von dem Verfasser angeführten Versuche eine doch viel gröfsere Uebereinstimmung darbieten, als man hätte erwarten mögen; diefs erweckt schon ein günstiges Vorurtheil für den von dem Verfasser kunstreich angeordneten Apparat, womit man derartige Bilder zweier Sterne *zugleich* sehen und zu gleicher Flächenhelligkeit bringen kann.

Das Objectiv ist in zwei gleiche Hälften zertheilt, die sich nicht neben einander, wie am Heliometer, sondern längs ihrer gemeinschaftlichen Axe, jede für sich, verschieben lassen. Die Mitte der Verschiebungen, die durch Skalen an der Aufsenseite des Rohrs scharf gemessen werden, entspricht, wenn die Ocularröhre ganz eingeschoben ist, ungefähr derjenigen Stellung gegen letz-

teres, die zum deutlichen Sehen erfordert wird. Die beiden Objectivhälften erhalten ihr Licht durch Spiegel, deren reflectirende Flächen 45° gegen die Axe des Rohrs geneigt sind, und von denen der eine (vom Objectiv weiter abstehende) um diese Axe meſsbar gedreht werden kann. Diese Axe ist also beim Beobachten zweier Sterne immer gegen den einen Pol des sie verbindenden gröſsten Kreises zu richten. Die Spiegel selbst sind Glasprismen, in welche das Licht senkrecht einfällt, und senkrecht aus ihnen austritt. Zwischen den Objectivhälften und den zu ihnen gehörenden Prismenspiegeln sind Diaphragmen angebracht, die durch zwei Schieberpaare gebildet werden; jedes Schieberpaar wird durch Eine Schraube mit entgegengesetzt geschnittenen Gewinden so bewegt, daſs die Mitte der Hypothenuse des zu einem gröſseren oder kleineren rechtwinklichen Dreiecke sich bildenden Diaphragma unverrückt bleibt.

Vermöge dieser Einrichtung sieht man bei gehöriger Stellung des Rohrs und der Spiegel zwei Sterne zugleich, und zwar jeden wie eine rechtwinklige Dreiecksfläche, wenn die Objectivhälften von der Normallage zum Ocular abweichen; von dieser Abweichung hängt sowohl die scheinbare Gröſse des Dreiecks als dessen Flächenhelligkeit ab, aber jene zugleich mit von der Diaphragmenöffnung, diese von der eigenthümlichen Helligkeit jedes Sterns; man kann daher durch Aenderung der einen Abweichung die Flächenhelligkeiten beider Bilder, und, wenn man will, durch Abänderung einer Diaphragmenöffnung, auch ihre Gröſse, zur Gleichheit bringen. Daſs so das Verhältniſs der Lichtstärke zweier Sterne gefunden, und dabei auch etwaige Ungleichheiten in den Objectivhälften und Prismenspiegeln durch umgekehrte Combination eliminirt werden können, bedarf nun keiner weiteren Ausführung.

Der Verfasser hat seinen Apparat einer strengen Prüfung unterzogen, aber geflissentlich nicht an Sternen, son-

dern an künstlich hervorgebrachten sternähnlich leuchtenden Punkten. Diese künstlichen Sterne erhielt er durch den Reflex des Tageslichts von zwei nahe gleichen gut polirten Stahlkugeln, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. Das Tageslicht, für beide Kugeln von einerlei Stelle des Himmelsgrundes herrührend, gelangte zu den Kugeln durch kreisrunde Blendungen von verschiedener Weite, und es war Sorge getragen, dafs kein fremdes Licht weder die Kugeln noch das Auge des Beobachters treffen konnte. Es wurden überhaupt vier Blendungen gebraucht, die engste 7, die weiteste 20 Linien im Durchmesser; durch die sechs verschiedenen Combinationen konnte man also künstliche Sterne von sechs verschiedenen Lichtverhältnissen erhalten; die gröfste Ungleichheit, wie 1 zu 8, entspricht, nach des Verfassers eigenen Untersuchungen, nahe dem Mittelverhältnisse zweier Sterne, die um zwei Ordnungen von einander abstehen. Diese künstlichen Sterne erschienen wirklichen ganz ähnlich, aber ohne den Wechsel und das Wallen, wodurch die Beobachtungen wirklicher Sterne oft so unsicher werden; überdiefs hatten sie den höchst wichtigen Vorzug, dafs ihr Helligkeitsverhältnifs aus den Blendungsöffnungen a priori bekannt war. Der Verfasser theilt die grofse Zahl von Messungen ihrer Lichtstärke mit dem Prismenphotometer im ausführlichen Detail mit, ohne diejenigen zu verschweigen, bei welchen sich anfangs einige Unregelmäfsigkeiten zeigten, deren Ursachen jedoch entdeckt und weggeräumt wurden. Der wahrscheinliche Fehler Einer Vergleichung ergiebt sich aus der Gesammtheit der Messungen als $\frac{1}{32}$ der ganzen Helligkeit, diese möge grofs oder klein seyn, und die Verhältnisse der verschiedenen künstlichen Sterne zeigen eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung mit den Blendungsöffnungen.

Die Tauglichkeit des Apparats zu scharfer Vergleichung der Helligkeit leuchtender Punkte ist hierdurch auf eine genügende Art erwiesen, und wenn man auch un-

gern Anwendungen auf wirkliche Sterne vermifst, so hat man doch Grund genug, auch bei diesen befriedigende Resultate zu erwarten, wenn man nur, wie der Verfasser mit Recht verlangt, die Beobachtungen auf besonders günstige atmosphärische Zustände beschränkt, wo man bei der leichten Handhabung des Instruments, in wenigen Stunden mehr ausrichten wird, als unter ungünstigen Umständen an vielen Tagen. Uebrigens enthält die Abhandlung noch manche andere photometrische Untersuchungen und Ansichten von bedeutendem Interesse, die jedoch, als zur Hauptsache nicht wesentlich nothwendig, hier mit Stillschweigen übergangen werden können. Einige Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung im letzten Abschnitt würden einer Berichtigung bedürfen, was jedoch für den Hauptgegenstand selbst ganz unwesentlich ist.

Endlich kann noch bemerkt werden, dafs das Prismenphotometer, obwohl auf ein ganz anderes Princip gegründet, als das der Abhandlung No. 1 zum Grunde liegende, doch zugleich die Möglichkeit darbietet, Sterne nach dem andern Princip zu vergleichen, nämlich durch zugleich erscheinende *deutliche* Bilder bei mefsbar verengter Objectivöffnung, und dafs selbst bei dieser Beobachtungsart, welche übrigens der Verfasser nach seinen Erfahrungen für verwerflich hält, die Einrichtung des Prismenphotometers Vorzüge vor der bei Abhandlung 1 beschriebenen haben würde.

Da die Abhandlung 3 die Aufgabe am vollkommensten und auf eine solche Art gelöst hat, dafs ein schätzbarer Fortschritt in diesem Theile der practischen Astronomie dadurch begründet wird, so hat die Königl Societät ihr den Preis, der Abhandlung 1 hingegen, die ebenfalls sehr verdienstvoll ist, das Accessit zuerkannt.

Der Verfasser der gekrönten Abhandlung ist, nach dem in der öffentlichen Sitzung der Societät vom 14. Februar entsiegelten Zettel:

Dr. Steinheil in München.

Der Zettel zu der Abhandlung No. 2 wurde in derselben Sitzung uneröffnet verbrannt.

VII. *Darstellung und Entwicklung der Krystallverhältnisse vermittelst einer Projectionsmethode;*
von August Quenstedt.
(Schlufs.)

Berechnung der ebenen Winkel.

Sie machen eben so wenig Schwierigkeit. Denn, wie wir oben schon gesagt haben, liegen ihre Scheitel in c, während ihre Schenkel in den Zonenpunkten ruhen. Nehmen wir also eine beliebige Krystallfläche, deren Sectionslinie den allgemeinen Ausdruck $\left[\frac{a}{m} : \frac{b}{n}\right]$ hat, so ist das Perpendikel, von c aus auf diese Sectionslinie gefällt, der gemeinschaftliche Cosinus für alle ebenen Winkel, welche nur möglicherweise auf der Krystallfläche gebildet werden können. Dieser Cosinus ist:

$$=\sqrt{c^2+\frac{a^2 b^2}{n^2 a^2+m^2 b^2}}.$$

Denn nach Fig. 5 ist $cos=\sqrt{c^2+y^2}$, wenn wir uns c aus der Ebene des Papiers tretend denken; und:

$$y=\frac{\frac{a}{m}\cdot\frac{b}{n}}{\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}}=\frac{ab}{\sqrt{n^2 a^2+m^2 b^2}}.$$

Die Sin. liegen alle in der nach beiden Seiten verlängerten Linie xz, auf der immer die Entfernungen der Zonenpunkte vom Fufspunkte des Cos. gesucht werden müssen. Es verhält sich aber:

$\alpha : \beta = \frac{a^2}{m^2} : \frac{b^2}{n^2}$,

oder:

$\alpha + \beta : \frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2} = \alpha : \frac{a^2}{m^2}$,

folglich ist:

$$\alpha = \frac{(\alpha+\beta)\frac{a^2}{m^2}}{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}} = \frac{\frac{a^2}{m^2}\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}}{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}$$

$$= \frac{a^2}{m^2\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}}$$

Da nun die Sectionslinien durch die Zonenpunkte
nal getheilt werden, so kann man jeden Theil als
ansehen, folglich ist der:

$$sin = \frac{a^2}{m^2\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}} \pm \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}$$

mithin:

$$sin : cos = \frac{a^2}{m^2\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}}}$$

$$\pm \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}} : \sqrt{c^2 + \frac{a^2 b^2}{n^2 a^2 + \ldots}}$$

$$= \frac{a^2}{m^2} \pm \frac{1}{\nu}\left(\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}\right) : \frac{1}{mn}\sqrt{n^2a^2c^2+m^2b^2c^2 \ldots}$$

$$sin : cos = \frac{a^2}{m^2}\left(\frac{\nu \pm 1}{\nu}\right) \pm \frac{b^2}{\nu n^2} : \frac{1}{mn}\sqrt{n^2a^2c^2+m^2b^2c^2+\ldots}$$

Auf der anderen Seite des Cosinus erhalte
durch bloſse Vertauschung von $\frac{b}{n}$ mit $\frac{a}{m}$ den Aus

$$sin : cos = \frac{b^2}{n^2}\left(\frac{\nu \pm 1}{\nu}\right) \pm \frac{a^2}{\nu m^2} : \frac{1}{mn}\sqrt{n^2a^2c^2+m^2b^2c^2+\ldots}$$

esondere Fälle und in den verschiedenen Systemen sich diese Formeln sehr vereinfachen, was dem nden Leser selbst überlassen bleibt.

Hiermit ist die Berechnung des Krystalls auf die bei- rofsen Aufgaben zurückgeführt, und es ist auch zu- einleuchtend, *dafs die Probleme gelöst sind, so- wir die Ausdrücke der Zonenpunkte und der Flä- kennen.*

Es sind nun aber in neueren Zeiten Winkel zur he gekommen, die allerdings schiefwinklige Axen ssetzen; oder wenigstens beweisen, dafs Störungen efunden haben. Im Allgemeinen ist freilich den Dif- zen der Winkel die Gränze in so weit noch nicht ckt, dafs man sich berechtigt fühlen dürfte, ein ent- idendes Urtheil darüber zu fällen; und wenn anders Isomorphismus Wahrheit hat, so sehen wir, dafs meh- Grade sogar als ein Nichtiges angesehen werden sen gegen die Allgemeinheit der Theorie.

Bei den 2- und 1gliedrigen Systemen (monoklime- hen) sind besonders zwei Fälle zu sondern: entwe- ist:

) der Winkel γ, welchen a_s mit c_s (wie man die schiefwinkligen Axen bezeichnet) macht, so beschaffen, dafs man seinen Sinus bequem zur absoluten Länge der Axe c annehmen kann; wie dieses bei den ausgezeichnetsten 2- und 1gliedrigen Systemen der Hornblende, des Augits etc. der Fall ist, wo man blofs willkührlich schiefwinklige Axen untergelegt hat; oder es ist

b) der Winkel γ so wenig von 90° verschieden, dafs man sehr versucht ist, Mifstrauen in die Differenzen zu setzen.

'enn jedoch im letzteren Falle die Erfahrung einmal rt, dafs solche Unterschiede constant sind, dafs also vordere Schiefendfläche P eine andere Neigung ge- n die Axe hat, als die hintere Gegenfläche x; so mufs

[redacted]

die Theorie sich bequemen, solche Thatsachen in ihr System aufzunehmen, um wenigstens im Stande zu seyn, die gemessenen Winkel zu controlliren. Die Formeln für Sinus und Cosinus behalten in diesem Falle nicht ihre Einfachheit bei, sondern wir müssen, wie die Astronomie für ihre Störungen, Correctionsglieder anbringen.

Es bleiben nämlich bei den 2- und 1gliedrigen Systemen die Axenebenen, welche durch ac und bc gelegt sind, noch auf einander senkrecht; eben so die durch ab und ac gelegten: aber die durch bc und ab gehenden machen einen schiefen Winkel mit einander. Man kann dieses auch so ausdrücken, dafs b auf a und c senkrecht bleibt, hingegen c in der Ebene ac seine Lage verändert. Da also a auf b senkrecht bleibt, *so behalten die Flächenlinien in der Sectionsebene, ob sie gleich schief gegen c steht, dennoch streng dieselbe gegenseitige Lage bei. Es bewahren daher sämmtliche Zonenpunkte dieselbe rationale Beziehung auf die Axen.* Dieser Satz bildet den Anhaltspunkt für die folgenden krystallonomischen Resultate.

Nehmen wir nun an, dafs in unserer Figur die Flächen des Feldspaths auf eine solche schief gegen c laufende Sectionsfläche projicirt sind, so kann man durch die Axe b eine neue Ebene legen, welche rechtwinklig gegen c steht. Nennen wir erstere kurz S_s, letztere S. Die Zonenaxen, welche sämmtlich von c ausstrahlend die S_s in ihren zugehörigen Zonenpunkten schnitten, werden nun auch die neue S treffen. Die Axe b behält in beiden ihre Lage bei, und nennen wir von den Axen a, die in $S \ldots a$, die andere in $S_s \ldots a_s$, so schliefsen beide a und a_s einen Winkel α ein, der natürlich in der Ebene $c a_s$ liegt. Jetzt tritt die wichtige Frage ein: *welche Beziehung haben die neuen Zonenpunkte in der S auf die alte unveränderte Axe b, und auf die neue veränderte a?* Wir müssen also, wenn uns in S_s ein Zonenpunkt

$\frac{b}{n}\Big)$ gegeben war, den neuen unbekannten Ausdruck $\frac{b}{q}\Big)$ für den ihm in S entsprechenden Zonenpunkt n. Da aber b auf beiden Axen a und a_s senkrecht so sind die senkrechten Abstände der Zonenpunkte a_s in der S_s parallel denen von a in S, weil beide gemeinsamen Axe parallel gehen. Wir dürfen also suchen, wie die Zonenaxe $\left(c\,;\,\frac{a_s}{m}\right)$ die Axe a schnei-

In Fig. 6 ist oc die Axe c, $om' = \frac{a}{m}$, $om = \frac{a_s}{m}$. en wir nun $k = \sin\alpha$ für die Axeneinheit von a_s, so las Perpendikel $mm' = \frac{k}{m}$; $og = x$ *wird gesucht.* Es ält sich aber:

$$c : \frac{k}{m} = x : \frac{a}{m} - x,$$

r:

$$c + \frac{k}{m} : \frac{a}{m} = c : x,$$

lich:

$$x = \frac{c \cdot \frac{a}{m}}{c + \frac{k}{m}} = \frac{ac}{mc + k}$$

nun $k = \sqrt{a_s^2 - a^2}$ bekannt ist, so wird, setzen wir :1, $x = \frac{a}{p} = \frac{a}{m+k}$.

Die Beziehung der Zonenpunkte auf die Axe b fin- sich folgendermafsen:

$$\frac{b}{n} : \frac{b}{q} = mc : gc;$$

ıer verhält sich:

$$cg : x = gm : gm',$$

oder:

$$cg+gm:cg=x+gm':x,$$

das heifst:

$$mc:cg=\quad om':x=\frac{a}{m}:\frac{a}{m+k}.$$

folglich:

$$\frac{b}{n}:\frac{b}{q}=\frac{a}{m}:\frac{a}{m+k}=\frac{1}{m}:\frac{1}{m+k},$$

$$\frac{b}{q}=\frac{mb}{n(m+k)}.$$

Da nun $\frac{a}{p}=\frac{a}{m+k}$, und $\frac{b}{q}=\frac{mb}{n(m+k)}$, so erhält der gesuchte Zonenpunkt in der Ebene S den Ausdruck:

$$\left(\frac{a}{m+k}+\frac{mb}{n(m+k)}\right).$$

Jetzt, da wir den Zonenpunkt kennen, sind die Correctionsformeln durch einfache Substitution gefunden. Wir Wir hatten oben die allgemeine Formel entwickelt:

$$sin:cos=\frac{\sqrt{\frac{a^2}{m^2}+\frac{b^2}{n^2}+c^2}}{abc}:\frac{\mu}{na^2}-\frac{\nu}{mb^2},$$

welche stattfindet für eine Krystallfläche $\left[\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}:c\right]$ gegen eine Ebene, die durch die Axe c und den Zonenpunkt $\left(\frac{a}{m}+\frac{b}{n}\right)$ geht. Sind die Axen nun aber schiefwinklig in der bekannten Weise, so bekommt die Fläche den Ausdruck $\left[\frac{a_s}{\mu}:\frac{b}{\nu}:c\right]$, und der Zonenpunkt $\left(\frac{a_s}{m}+\frac{b}{n}\right)$. Beziehen wir diese auf rechtwinklige Axen, so erhält die Fläche, welche ihren Ausdruck nur in a, nicht in b verändert, das Zeichen $\left[\frac{a}{\mu+k}:\frac{b}{\nu}:c\right]$; der Zonenpunkt hingegen das Zeichen $\left(\frac{a}{m+k}+\frac{mb}{n(m+k)}\right)$,

wie

[redacted]

wie wir oben sahen. Substituiren wir demnach in obiger Formel für die Neigung der Kantenwinkel: $m = m+k$ und $\mu = \mu + k$, so kommt die Gleichung:

$$sin : cos = \frac{\sqrt{c^2 + \frac{m^2 b^2}{n^2 (m+k)^2} + \frac{a^2}{(m+k)^3}}}{abc} : \frac{(\mu+k)m}{n(m+k)a^2} - \frac{\nu}{(m+k)b^2},$$

wo $c=1$ gedacht ist, oder wenn wir es wirklich setzen:

$$sin : cos = \frac{1}{ab}\sqrt{n^2(m+k)^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : \frac{(\mu+k)m}{a^2} - \frac{\nu n}{b^2}$$

$$sin : cos = ab\sqrt{n^2(m+k)^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : b^2(\mu+k)m - a^2 \nu n,$$

eine Formel, die einfach und elegant ist. Setzen wir in ihr $k=0$, so wird sie natürlich wieder auf die erstere reducirt. Ist k auf der vorderen Seite positiv, so ist es auf der hinteren negativ, und umgekehrt. Da sich k immer den Gränzen der 0 nähert, so kann es, wie in der Astronomie, mit Recht nur als ein Correctionsglied angesehen werden.

Die Formeln für die ebenen Winkel erhalten wir ebenfalls sehr leicht. Denn da die Flächenlinie $\left[\frac{b}{n} : \frac{a_{,}}{m}\right]$ in der Ebene $S_{,}$, in der S das Zeichen $\left[\frac{b}{n} : \frac{a}{m+k}\right]$ bekommt, so dürfen wir nur in obigen Formeln $m = m+k$ setzen, und wir erhalten dann für $c=1$:

$$sin : cos = \frac{a^2}{(m+k)^2}\left(\frac{\nu \pm 1}{\nu}\right) \pm \frac{b^2}{\nu n^2} : \frac{1}{(m+k)n}\sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2}$$

$$= a^2 n^2 \left(\frac{\nu \pm 1}{\nu}\right) \pm \frac{b^2 (m+k)^2}{\nu} : (m+k)n\sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2}$$

auf der entgegengesetzten Seite des Cosinus kommt alsdann:

$$sin:cos = b^2(m+k)^2\left(\frac{\nu\pm1}{\nu}\right)\pm\frac{a^2n^2}{\nu}\ .$$
$$:(m+k)n\sqrt{n^2a^2+(m+k)^2b^2+a^2b^2}.$$

Bei der practischen Anwendung dieser Formeln ist es am bequemsten, sich die Elemente und deren Logarithmen, so wie auch ihre Quadrate ein für alle Mal auszurechnen. Sind dann z. B. die Neigungen der Flächen aus der ersten Kantenzone $(a+b)$ zu berechnen, so ist in der allgemeinen Formel:

$$sin:cos = ab\sqrt{n^2(m+k)^2+m^2b^2+n^2a^2} : b^2(\mu+k)m - a^2\nu m$$

$m=1$, $n=1$; und für ungefähre Berechnung setzt man $k=0$. Außerdem verhalten sich annäherungsweise $a:b:c = \sqrt{13} : \sqrt{3.13} : \sqrt{3}$, also für $c=1$, ist $a=\sqrt{\frac{13}{3}}$, $b=\sqrt{13}$; substituiren wir dieses, so erhalten wir:

$$sin:cos = \frac{13}{\sqrt{3}}\sqrt{1+13+\tfrac{13}{3}} : 13\mu - \tfrac{13}{3}\nu$$
$$= \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{14+\tfrac{13}{3}} : \mu - \tfrac{1}{3}\nu$$
$$sin:cos = \sqrt{55} : 3\mu - \nu.$$

Jetzt sind nur noch μ und ν für bestimmte Flächen zu suchen. Für die Rhomboidfläche o ist $\mu=-1$, $\nu=2$; für die untere Rhomboidfläche $\mu=-3$, $\nu=4$; für die Schiefendfläche $\mu=1$, $\nu=0$ u. s. w. Setzen wir diese Größen abermals in die Formel, so bekommen wir die Ausdrücke für die Tangenten der Neigungswinkel der Flächen gegen die Säule. So wie wir aber diese Zone behandeln, gerade so verfahren wir mit den übrigen. Wollen wir scharfe Berechnungen der Winkel haben, so müssen wir die Axen in Decimaltheilen berechnen, und ebenfalls k streng bestimmen, Probleme, die nur mathematisch gelöst werden können.

ht minder leicht sind die ebenen Winkel gefun-
eispielsweise wollen wir diejenigen suchen, wel-
der Fläche n entstehen. Wir sehen auf ihr 7
punkte. Setzen wir das Stück, welches zwischen
ixen $\frac{a}{4}$ und a liegt, $=1$, so ist, nennen wir den
er Axe a liegenden Zonenpunkt den ersten, der
e vom ersten $\frac{4}{7}$, und die folgenden der Reihe nach
$\frac{4}{5}$, 2, 4 entfernt. In diesen Punkten stehen die
ıkel der ebenen Winkel. Fällt man in der Fläche
. ihre Sectionslinie ein Perpendikel, so ist dieses der
ıus für sämmtliche Winkel, die Entfernung des Zo-
ınktes des Cosinus von den übrigen Punkten sind
Sinus. In der allgemeinen Formel ist das Stück
hen dem Zonenpunkte des Cosinus und der Axe
hnet, und die Stücke $\frac{4}{7}$, $\frac{4}{5}$.... abgezogen oder ad-
je nachdem der Punkt innerhalb oder aufserhalb
nigen Quadranten liegt, wo der Zonenpunkt des Co-
sich befindet. Der Ausdruck der Sectionslinie von
$\left[\frac{b}{4} : a\right]$, setzen wir demnach in der allgemeinen
ıel:

$$\cos = a^2 n^2 \left(\frac{v \pm 1}{v}\right) \pm \frac{b^2 (m+k)^2}{v}$$

$$: (m+k) n \sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2}$$

l, $m=1$ und $k=0$, so wird der constante

$$\cos = 4 \sqrt{16 a^2 + b^2 + a^2 b^2},$$

ıgen der

$$\sin = 16 a^2 \left(\frac{v \pm 1}{v}\right) \pm \frac{b^2}{v}$$

Für den ersten Punkt oder den Diagonalzonenpunkt P ist $v = \infty$, folglich $\sin = 16 a^2$; für den zweiten $= \frac{7}{4}$, folglich $\sin = 16 a^2 . \frac{3}{7} - \frac{4 b^2}{7}$; für den dritten

ist $v=\frac{5}{4}$, folglich $sin=16a^2.\frac{1}{5}-\frac{4b^2}{5}$. Wird der Sinus negativ, so ist dadurch angedeutet, daſs er auf die entgegengesetzte Seite des Cosinus fällt, wir müssen alsdann den Sinus der zweiten Formel nehmen:

$$sin=b^2(m+k)^2\left(\frac{v\pm1}{v}\right)\pm\frac{a^2n^2}{v}$$

$$=b^2\left(\frac{v\pm1}{v}\right)\pm\frac{16a^2}{v}.$$

Man kann jedoch mit der vorigen Formel auch fortrechnen, wenn man nur den Sinus als absolute Gröſse nimmt, d. h. sein Zeichen unberücksichtigt läſst. Wir wollen hier aber die Werthe aus der zweiten Formel entwikkeln, wo u für den vierten Punkt $=\infty$, mithin $sin=b^2$ wird. Für den fünften ist $v=3$, daher $sin=\frac{4}{3}b^2+\frac{16}{3}a^2$; für den sechsten ist $v=1$, also $sin=2b^2+16a^2$; endlich für den siebenten $v=\frac{1}{3}$ und $sin=4b^2+48a^2$. Die weiteren Berechnungen sind sehr leicht ausgeführt, weshalb wir sie hier übergehen.

Beim practischen Gebrauche der Formeln ist es am bequemsten, sich die Elemente nebst ihren Logarithmen, so wie auch ihre Quadrate ein für alle Mal auszurechnen. Um ferner eine Uebersicht der Winkel zu bekommen, pflege ich die Grade auf der Intersectionslinie zwischen die Flächenlinien einzuschreiben. Die ebenen Winkel mit den Kantenwinkeln zu controlliren, bringe ich die trigonometrischen Sätze einer rechtwinkligen Ecke in Anwendung. Nennen wir in ihr die Kantenwinkel A, B, C; die gegenüberliegenden Flächenwinkel α, β, γ, so finden für $C=90^\circ$ folgende sechs bekannten Sätze statt:

1) $\cos\gamma=\cos\alpha.\cos\beta$
2) $\cos\gamma=\operatorname{cotg}A.\operatorname{cotg}B$
3) $\sin\alpha=\sin\gamma.\sin A$
4) $\operatorname{tg}\alpha=\sin\beta.\operatorname{tg}A$
5) $\operatorname{tg}\beta=\cos A.\operatorname{tg}\gamma$
6) $\cos A=\sin B.\cos\alpha$.

ürch solche Sätze wird unsere Figur geeignet, sphä-
Trigonometrie in Anwendung zu bringen, denn wir
alle nur möglichen Combinationen von körperli-
Ecken neben einander gelegt.

ch breche hier die Abhandlung ab, um später die
hnung der 6gliedrigen und 3gliedrigen Systeme zu
. Auch bei den 1- und 1gliedrigen Systemen las-
ch ganz analoge Correctionsformeln aufstellen. Ueber-
braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daſs sich
ysteme, denen drei rechtwinklige Axen zum Grunde
, auf obige Weise berechnen lassen.

Endlich kann man durch diese Art der Darstellung
die Zwillingsverhältnisse näher beleuchten, wenn
ie Projection auf einer dazu geeigneten Fläche aus-
ı. Sätze der Art sind ohne Schwierigkeit gelöst,
e einfachsten Proportionen geben uns die Lösung,
ıſs auch der weniger geübte Mathematiker, sofern
ır das Anschauungsvermögen auf die erforderliche
e ausgebildet hat, sie ohne groſse Mühe zum Ver-
ıiſs bringen kann. Die Rechnungen sind geführt,
e die Anschauung klar aufgefaſst ist.

Beschreibung des Junckerits oder kohlensauren Eisenoxyduls, einer neuen Mineralspecies; von Hrn. Dufrénoy.

Ann. de chim. et de phys. T. LVI p. 198. Abgekürzt.)

---

kohlensaure Eisenoxydul krystallisirt in Rhomboë-
von 107°, und auch die blättige Abänderung des-
, das Spatheisen, zeigt immer eine dreifache Spalt-
t, die einem Rhomboëder von 107° entspricht. Es
so dieselbe Krystallform wie der Kalkspath, bis
nen geringen Unterschied in den Winkeln. Die

Substanz, welche ich beschreiben will, besteht aus gleichen Elementen wie das kohlensaure Eisenoxydul, hat aber ein gerades rhombisches Prisma von 108° 26′ zur Grundform. Sie weicht also in ihrer Krystallform von dem gewöhnlichen kohlensauren Eisenoxydul ab, nähert sich aber andererseits der Form des Arragonits, die ebenfalls ein gerades rhombisches Prisma ist. Man kann also den Junckerit als einen Eisenarragonit betrachten, und in dieser Hinsicht hat er ein grofses mineralogisches Interesse, da er uns ein neues Beispiel von Dimorphie liefert.

Die Krystalle des Junckerits sind Quadratoctaëder, lassen indefs keine Messung zu, weil die Flächen, wie beim Diamant, gekrümmt sind und auch eine matte Oberfläche haben. Sie zeigen drei Blätterdurchgänge, die spiegelnde und leicht zu messende Flächen darbieten. Zwei derselben sind den Diagonalebenen des Octaëders parallel und bilden unter sich den Winkel 108° 26′; die dritte steht senkrecht auf der Axe des Octaëders; sie führen also zu einem geraden rhombischen Prisma von 108° 26′.

Die beiden lothrechten Spaltungen erhält man leicht und immer: die dritte wird indefs nur selten erhalten, vielleicht wegen der Kleinheit der Krystalle, die höchstens zwei Millimeter lang sind.

Der Junckerit ist gelblichgrau, ungefähr wie gewisse Arten des Tungsteins. Häufig ist er mit einer ochrichten Haut überzogen, herrührend von einer oberflächlichen Zersetzung: allein die nämlichen Krystalle haben einen glänzenden und sehr deutlichen Bruch.

Er ritzt Kalkspath leicht, wird aber vom Apatit geritzt und von allen Säuren in gelinder Wärme angegriffen. Vor dem Löthrohr giebt er mit Borax ein durchsichtiges gelbgrünes Glas, welches bei stärkerem Zusatz braun wird. Sein specifisches Gewicht ist 3,815.

Der Junkerit wurde in der Bretagne, in der Grube von Poullaouen gefunden, in einem in dem Königsschachte (*puits Koenig*) eröffneten Versuchsstollen. Er über-

kleidet kleine Quarzadern, welche Grauwacke durchziehen. Hr. Paillette, Vicedirector des Bergwerks, welchem wir die Entdeckung dieser Krystalle zu danken haben, gab ihm den Namen *Junckerit*, zu Ehren des Directors, Hrn. Juncker, welcher diese Gruben durch zahlreiche Verbesserungen vor ihrem Untergang schützte.

Analyse. Nachdem einige vorläufige Versuche gezeigt hatten, dafs das Mineral frei von der darin vermutheten Wolframsäure sey, dagegen hauptsächlich Eisen und Kohlensäure enthalte, wurde eine Portion (0,4 Grm.) desselben, mit Hülfe der Wärme, in Königswasser gelöst, die dabei zurückbleibende Kieselerde abgeschieden und das Eisen als Oxyd durch Ammoniak gefällt. Die nun wieder filtrirte Flüssigkeit zeigte sich frei von Kalk, gab aber mit phosphorsaurem Natron etwas Talkerde. Das Eisenoxyd, durch Auflösung in Essigsäure und Fällung mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt, erwies sich völlig rein. Die Menge der Kohlensäure wurde berechnet, nach dem Eisenoxydule, welches dem erhaltenen Eisenoxyd entsprach.

Bei einer anderen Analyse (No. II) wurde das Mineral (0,628 Grm.) in Salpetersäure gelöst, zur Trockne verdampft, aus dem Rückstand die salpetersaure Talkerde durch Alkohol ausgezogen, das Eisen in Salzsäure gelöst, und, nach Abscheidung der Kieselerde, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt.

So wurden in 100 gefunden:

	I.	II.
Eisenoxydul	47,9	53,6
Kohlensäure	30,0	33,5
Kieselerde	16,8	8,1
Talkerde	5,9	3,7
Verlust	1,4	1,1.

Kieselerde und Talkerde stammen offenbar aus der Gangart (Quarz und Grauwacke) ab, die sich nie ganz

entfernen liefs. Die wesentlichen Bestandtheile des Minerals sind Eisenoxydul und Kohlensäure, und zwar in demselben Verhältnifs wie beim Spatheisenstein.

Bemerkungen [1]). — Die meisten Carbonate krystallisiren in Rhomboëdern, und diejenigen, welche wie das des Baryts, Strontians, Bleis etc. nicht diese Form haben, besitzen ein dem Arragonit analoges Krystallsystem. Die Analogie führt uns also auf die Voraussetzung, dafs wir nur eine der Formen dieser Carbonate kennen, und dafs die zweite, wenn wir sie einmal anträfen, zum rhomboëdrischen Systeme gehören würde. Die Entdeckung des Junckerits unterstützt diese Voraussetzung, indem sie uns ein zweites Beispiel eines Carbonats von wohl bestimmter Zusammensetzung liefert, welches zugleich in Gestalt eines Rhomboëders und eines geraden rhombischen Prismas vorkommt.

Die Grundform des kohlensauren Bleis ist ein gerades rhombisches Prisma von 117°; sie weicht von der des Arragonits nur um 50 bis 55 Minuten ab; allein das von Brooke beschriebene Blei-Sulfo-Carbonat von Leadhill in Schottland krystallisirt in Rhomboëdern von 107° 30′. Nimmt man an, diese Verbindung sey keine eigenthümliche Substanz, sondern blofs ein Gemenge von kohlensaurem und schwefelsaurem Bleioxyd, was sehr wahrscheinlich ist, da die beiden Bestandtheile nicht in bestimmten Verhältnissen stehen und man mehre solcher Gemenge kennt, so würde man ein drittes Beispiel von einem dimorphen Carbonate haben. Ueberdiefs würden sich merkwürdigerweise die Annäherungen zwischen den Winkeln 105° 5′, 107°, 107° 30′ der rhomboëdrischen Carbonate bei denen 116° 5′, 117°, 118° der Carbonate in geraden rhombischen Prismen wiederfinden. Man könnte also annehmen, dafs die beiden Formen, welche dimorphe Substanzen darbieten, unter sich durch ein Gesetz verknüpft wären wie die Wurzeln einer Gleichung zweiten Grades, und dafs, wenn eine bekannt wäre, die

1) *Sie stehen hier unverkürzt.* *P.*

„sich nothwendigerweise daraus ergäbe. Das rhom- Prisma wäre nach den wenigen uns bekannten elen die dem Rhomboëder entsprechende Form. 'ielleicht ließse sich als Beispiel der so eben ausge- ienen Vermuthungen noch anführen: der Eisenglanz ›oxyd), der in Octaëdern krystallisiren soll, und ufseisen, welches bald in Octaëdern, bald in Rhom- rn krystallisirt. Ich erwähne dieser beiden letzte- ıbstanzen indeſs nur mit Zweifel, weil ich die Win- es octaëdrischen Eisenglanzes nicht kenne, und weil nicht weiſs, ob das rhomboëdrische Guſseisen glei- Zusammensetzung habe wie das octaëdrische.

Ich muſs auch noch bemerken, daſs das specifische icht des Arragonits im Verhältniſs 29 : 27 gröſser ist las des Kalkspaths. Das specifische Gewicht des pris- ıchen kohlensauren Eisenoxyduls ist 38, das des rhom- lrischen dagegen 36. Nach diesen Beispielen scheint daſs die Theilchen sich zur Bildung einer prismati- n Form stärker verdichten, als wenn sie sich zu ei- rhomboëdrischen Gestalt vereinigen.

Bemerkungen zum Aufsatz des Hrn. Dufrénoy über den Junckerit.

---

interessant auch die Beobachtung des Hrn. D. ist, sich das kohlensaure Eisenoxydul auch in einer Form et, die mit der des Arragonits übereinkommt, so un- und fehlerhaft sind doch die Schluſsfolgen, die Hr. laraus zieht.

Unmöglich kann man doch das schwefelkohlensaure von Brooke (*sulfato-tricarbonate of lead*) mit Kalkspath für isomorph halten; denn einmal ist die ndform dieser Substanz gar kein Rhomboëder, wie dinger hinreichend bewiesen hat, welcher gezeigt

hat, dafs die von Brooke für Rhomboëder genommenen Krystalle regelmäfsig verbundene 2- und 1gliedrige Krystalle sind [1]), und dann ist diese Substanz in Rücksicht der chemischen Zusammensetzung keine einfache kohlensaure Verbindung, da man die 28,7 Proc. schwefelsauren Bleioxyds, welche die Substanz zufolge der Analyse von Berzelius [2]) enthält, unmöglich für eingemengt halten kann, da die Krystalle durchsichtig sind, wenn gleich die Mengen des schwefelsauren und kohlensauren Bleioxyds, welche durch die Analyse gefunden worden sind, in keinem einfachen Verhältnisse mit einander stehen. Allerdings kommt das kohlensaure Bleioxyd auch rhomboëdrisch vor; denn der in der Form mit dem Kalkspath übereinkommende Plumbo-Calcit von Johnston [3]) enthält neben dem kohlensauren Kalk noch 7,8 Procent kohlensauren Bleioxyds, das hier doch in rhomboëdrischer Form mit dem kohlensauren Kalk verbunden seyn mufs; davon hat indessen Hr. D. nichts erwähnt. Hr. D. schliefst weiter, dafs die nämlichen Verhältnisse in den Winkeln der rhomboëdrischen kohlensauren Verbindungen 105° 5', 107° und 107° 30' sich in den Winkeln 1- und 1axiger kohlensaurer Verbindungen 116° 5', 117°, 118° wieder finden. Die drei ersten Winkel sind die des Kalkspaths, Spatheisensteins und des schwefelkohlensauren Bleis nach Brooke. Von den drei letzteren Winkeln gehören die beiden ersten dem Arragonit- und Weifsbleierze an, wie D. selbst anführt; wozu gehört aber der dritte von 118°? — das steht in der Abhandlung nicht — etwa dem Junckerit? Dann ist aber die Reihenfolge bei den rhomboëdrischen 1- und 1axigen Verbindungen verschieden; bei den ersteren steht zuerst Kalk, Eisen, Blei, bei den 1- und 1axigen würde dann die Reihenfolge seyn: Kalk, Blei, Eisen. — Auch sind die Winkel des

1) *Transactions of the royal society of Edinburgh*, 1824.
2) Jahresbericht, No. 6 S. 220.
3) Annalen, Bd. XXV S. 312.

Arragonits und des Weifsbleierzes nicht ganz richtig angegeben; der der ersteren Substanz beträgt, nach den Messungen von Kupffer, 116° 16', der der letzteren 117° 14'.

Hr. Dufrénoy stellt nun weiter die merkwürdige Hypothese auf, dafs, weil bei den dimorphen neutralen kohlensauren Salzen die vorkommenden Formen Rhomboëder und gerade geschobene 4seitige Prismen sind, auch bei allen andern dimorphen Substanzen, wenn die eine Form ein Rhomboëder ist, die andere ein gerade geschobenes 4seitiges Prisma seyn möchte; als ob ein Beispiel eine allgemeine Regel begründen könnte, denn die drei Fälle des kohlensauren Kalks, Eisenoxyds und Bleioxyds können doch nur für *einen* gelten, da sie isomorphe Substanzen sind. Die Beispiele, die Hr. Dufrénoy zur Unterstützung seiner Hypothese vermuthungsweise anführt, sind theils gewifs, theils sehr wahrscheinlich unrichtig; denn die octaëdrischen Krystalle von Eisenoxyd, die Hr. D. anführt, sind Afterkrystalle von Eisenoxyd, ursprüngliche Krystalle von Magneteisenstein, die, mit Beibehaltung der äufseren Form, sich in Eisenoxyd umgeändert haben (wie ebenfalls Haidinger bewiesen hat), und die Beobachtung von einem rhomboëdrischen Gufseisen möchte wohl wahrscheinlich auf einem Irrthum beruhen.

Die Abhandlung des Hrn. D. würde offenbar besser gewesen seyn, wenn die Zusätze zu derselben fortgeblieben wären, wiewohl auch zu wünschen stände, dafs die Form des Junckerits deutlicher und bestimmter beschrieben worden wäre als von Hrn. D. geschehen ist.

X. *Ueber die Dimorphie des Baryto-Calcits;*
von Hrn. J. F. W. Johnston.

Lehrer der Chemie und Mineralogie an der Universität zu Durham

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. VI p.* 1.)

Die zuerst von Brooke unter dem Namen Baryto-Calcit als ein neues Mineral beschriebene und krystallographisch untersuchte Substanz ist gegenwärtig allen Mineralogen bekannt und in den meisten Sammlungen anzutreffen. Sie hat, nach Children, das specifische Gewicht 3,66, und, nach Brooke, zur Grundform ein schiefes rhombisches Prisma, worin M zu $M = 106^\circ\ 54'$ und M zu $P = 102^\circ\ 54'$.

Seit die Begründung des Dimorphismus und besonders seit die Analyse des Plumbo-Calcits mich befähigte, die Carbonate von Blei und Kalk als *isodimorphe* Körper zu bezeichnen [1]), habe ich diefs Mineral mit ganz besonderem Interesse beachtet. Bilden Kalk, Baryt, Strontian und Bleioxyd eine isomorphe Gruppe, von denen zwei bereits als *dimorph* erkannt sind, so können wir natürlich bei den andern beiden dieselbe Eigenschaft vermuthen. Wir dürfen erwarten, dafs Carbonate, z. B. die von Baryt und Strontian, entweder für sich oder verbunden mit einem andern zu derselben Gruppe gehörenden Carbonate, in zwei oder *mehren* unvereinbaren Formen krystallisiren. Allein der von Brooke gemessene Baryto-Calcit gab uns nicht den erwarteten Aufschlufs darüber. Seine Krystallform war weder die gewöhnliche des kohlensauren Baryts, noch die rhomboëdrische des kohlensauren Kalks; sie war weder ein Rhomboëder noch ein gerades rhombisches Prisma, und doch schien sie zu beiden eine Analogie zu haben. Sie hatte das Schiefe der einen Gestalt und das Prismatische der andern, kurz gehörte zum hemiprismatischen System von Mohs.

1) Annalen, Bd. XXV S. 312. P.

Seit der Baryto-Calcit von Brooke und Children beschrieben worden, ist er in den Bleigruben zu Alston Moor in bedeutender Menge gefunden; neuerlich ist er auch an mehren anderen Orten vorgekommen, allein anscheinend unter anderen Verhältnissen und von anderem Ansehen. Die Bleigrube von Fallowfield, unweit Hexham in Northumberland, ist den neueren Mineraliensammlern als der Fundort der schönsten jemals vorgekommenen Krystalle von kohlensaurem Baryt bekannt. In dieser Grube fand sich vor einiger Zeit ein Mineral in sechsseitigen Prismen, rein weifs, oft durchscheinend, hie und da schön nelkenroth gefärbt, und zuweilen opak von einer Incrustation, anscheinend von schwefelsaurem Baryt. Späterhin hat man dasselbe Mineral in den Bleigruben bei Alston Moor angetroffen, mit denselben Kennzeichen, bis auf die Nelkenfarbe, die ich noch bei keinem Exemplar von dorther beobachtet habe.

Die Krystalle ritzen kohlensauren Baryt und den schief rhombischen Baryto-Calcit von Brooke, haben bei 60° F. das specifische Gewicht 3,76, und zeigen das gerade Prisma des Arragonits und Witherits, was letzteres Prof. Miller in Cambridge bestätigt hat.

Eine andere Abart desselben Minerals, gefunden zu Fallowfield, ist blofs sahnenfarben, hat Perlenglanz und bildet zuweilen derbe Massen, häufiger runde platte Concretionen von Erbsengröfse und darüber. Unter dem Mikroskope erweisen sich diese Concretionen als Aggregate kleiner dreiseitiger Flächen, welche in den regulärer krystallisirten Exemplaren fast die Länge eines halben Zolls erreichen. Ich habe diese beiden Varietäten untersucht, und sie zusammengesetzt gefunden aus kohlensaurem Kalk und Baryt zu gleichen Atomen

$$(\dot{Ca}\ddot{C}+\dot{Ba}\ddot{C}),$$

mit kaum einer Spur von Eisen und Mangan. Diese Krystalle haben also die nämliche Zusammensetzung wie, nach Children, der schief rhombische Baryto-Calcit

von Brooke. Sie haben jedoch eine andere Form, sind nämlich gerade rhombische Prismen, und gehören in's prismatische System von Mohs, während die schief rhombischen Krystalle dem hemiprismatischen Systeme angehören. Diefs Mineral ist also dimorph.

Die Dimorphie dieses Minerals hat jedoch etwas Eigenthümliches, was, glaube ich, sonst noch nicht beobachtet worden ist. Die gewöhnliche Form des kohlensauren Baryts ist ein gerades rhombisches Prisma; der kohlensaure Kalk, als Arragonit, krystallisirt in derselben Form. Es ist also nicht überraschend, dafs die Verbindung beider dieselbe Form annimmt. Auch hätte es nichts sehr Auffallendes, wenn wir, wie wahrscheinlich späterhin geschehen wird, eine ähnliche Verbindung der beiden Carbonate in rhomboëdrischer Form, der gewöhnlichen Form des Kalkspaths, anträfen. Es wird immer, wenn man sie dereinst beobachtet, eine interessante Thatsache seyn; allein wir sind einigermafsen auf sie vorbereitet, da wir die Form und Zusammensetzung des Plumbo-Calcits kennen. Allein die zweite Form des Baryto-Calcits hat das Merkwürdige, dafs sie weder ein Rhomboëder noch ein rhombisches Prisma ist, obwohl, wie ich bereits bemerkte, sie den Charakter beider theilt.

Bekanntlich sind die Carbonate von Kalk, Eisen, Mangan und Zink nur *plesiomorph*, da die Winkel ihrer Rhomboëder respective 105° 5′, 107°, 107° 20′ und 107° 40′ betragen. Nun hält die rhombische Basis von Brooke's Baryto-Calcit 106° 54′, liegt also mitten in den Gränzen der Dimensionen, welche jene Carbonate annehmen. Ist es nicht wahrscheinlich, dafs diese rhombische Basis, die der des Kalkspath-Rhomboëders so nahe kommt, direct von derselben abgeleitet werden könne?

Es sind für die Entstehung dieser schiefen rhombischen Form oder für ihren Zusammenhang mit der andern zwei Wege denkbar. Nehmen wir an, dafs jedes der Carbonate *für sich* in dem schief rhombischen Prisma

krystallisiren könne, so haben wir drei unvereinbare Formen vom kohlensauren Kalk und zwei vom kohlensauren Baryt, und können vollkommen einsehen, warum sie, wie in unserem zusammengesetzten Minerale, in dieser Form zusammenkrystallisiren. Auch würde in dieser Voraussetzung der kohlensaure Kalk *trimorph* seyn und das Verbindungsglied zwischen zwei isodimorphen Gruppen bilden, so nämlich:

Rhomboëder.	Gerades rhombisches Prisma.	Schiefes rhombisches Prisma.
$\dot{Ca}\,\ddot{C}$ im Kalkspath	$\dot{Ca}\,\ddot{C}$ im Arragonit	$\dot{Ca}\ddot{C}$ im schiefen Baryto-Calcit.
$\dot{Pb}\,\ddot{C}$ im Plumbo-Calcit	$\dot{Pb}\,\ddot{C}$ im Weifsbleierz	
$\dot{Fe}\ddot{C}$ im Spatheisenstein	$\dot{Fe}\,\ddot{C}$ im Junckerit[1])	
	$\dot{Ba}\,\ddot{C}$ im Witherit	$\dot{Ba}\ddot{C}$ im schiefen Baryto-Calcit.

Nehmen wir aber an, dafs in dem schiefen Baryto-Calcit der kohlensaure Kalk, wie die Dimensionen der Krystalle auf den ersten Blick andeuten könnten, seine gewöhnliche rhomboëdrische Form behalte, und dafs die prismatische Form des Witherits so abgeändert worden, dafs daraus eine intermediäre oder Zwitter-Form mit prismatischem Charakter und geringerer Schiefe (102° 54′) als das Rhomboëder besitzt hervorginge, so würde es jetzt noch unnöthig seyn den Witherit als *di-* und den kohlensauren Kalk als *trimorph* anzunehmen. Wie weit eine solche Combination der Gestalten möglich sey, vermag ich jetzt nicht zu untersuchen; allein wahrscheinlich ist es, dafs wir durch das Studium der Formen zusammengesetzter Mineralien, die aus der Verbindung einfacher Mineralien von bekannter Form entspringen, zuerst zu allgemeinen Schlüssen in Betreff des Zusammenhanges zwischen den Formen chemischer Verbindungen und denen ihrer elementaren Bestandtheile gelangen werden.

1) S. 661 dieses Hefts.

Es ist noch bemerkenswerth, dafs der gerade rhombische Baryto-Calcit härter und schwerer ist als der schiefe, eine ähnliche Beziehung, wie sie zwischen dem Arragonit und Kalkspath stattfindet. Nehmen wir das mittlere specifische Gewicht des Kalkspaths zu 2,65, das des Witherits zu 4,3, multipliciren jedes durch das respective Atomgewicht und dividiren die Summe der Producte durch die Summe der Atomgewichte, so erhalten wir für das specifische Gewicht der zu gleichen Atomen aus beiden zusammengesetzten Verbindung die Zahl 3,707, etwas kleiner als sie für das Mineral durch den Versuch gefunden worden ist.

In einem so eben erhaltenen Briefe meldet mir Prof. Torrey in New-York, dafs man zu Kingston in Ober-Canada ein Mineral, Namens Baryto-Strontianit, in bedeutender Menge gefunden habe. Nicht unwahrscheinlich ist es, dafs eine Untersuchung der Form dieses zusammengesetzten Minerals zu interessanten Resultaten führen werde. Unglücklicherweise sind die von ihm mit dem Briefe abgesandten Exemplare verloren gegangen; kommt ihm dieser Aufsatz zu Gesicht, findet er vielleicht Gelegenheit mir andere zu senden.

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Brunner. Fig. 1 bis 4 S. 30. — Jordan. Fig. 5 und 6 S. 46 — Breithaupt. Fig. 7 und 8 S. 41.
Taf. II. Kayser. S. 109 und 301.
Taf. III. Rudberg. Fig. 1 und 2 S. 257 — Pohl. Fig. 3 S. 185 — Naumann. Fig. 4 bis 10 S. 373. — Brunner. Fig. 11 S. 325. — Faraday. Fig. 12 S. 293. — Jerichau. Fig 13 und 14 S. 613 und 617.
Taf. IV. Gaufs. S. 547.
Taf. V. Quenstedt. Fig. 1 bis 7 S. 503 und 651. — Knochenhauer. Fig 8 bis 14 S. 481.
Taf. VI. Wheatstone. Fig. 1 bis 10 S. 464. — Beirich. Fig. 11 bis 16 S. 519. — Böttger. Fig. 17 S. 497.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	36,76	36,68	36,65	+ 3,9	+ 7,3	+ 6,3	+ 7,7	+ 7,1	W.	SW.	SW.	bd.	v.	bd.
2	41,72	42,45	43,13	+ 2,1	+ 0,9	+ 1,3	+ 0,8	+ 0,8	NNW.	NNW.	NNW.	v.	ht.	ht. ht.
3	43,70	43,47	43,12	— 1,4	+ 1,6	— 0,1	+ 0,7	+ 1,6	W.	W.	WNW.	Nbl.	n.	bd. n.
4	43,50	43,59	43,67	+ 0,8	+ 3,2	+ 2,6	+ 2,7	+ 3,0	W.	still	S.	Nbl.	bd. n.	bd.
5	44,37	44,27	44,07	— 1,2	+ 0,6	— 1,2	+ 0,1	+ 0,3	SO.	SO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
6	44,40	43,85	43,53	— 2,7	— 0,3	— 2,5	— 0,9	— 0,7	S.	S.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
7	41,24	40,59	40,09	— 5,6	— 1,5	— 5,0	— 2,8	— 1,8	W.	W.	W.	Nbl.	ht. ht.	ht. ht.
8	38,40	38,23	38,29	— 5,5	— 3,5	— 4,9	— 4,1	— 3,5	NNW.	W.	W.	Nbl. Rf.	n.	bd. t.
9	36,09	34,58	33,89	— 4,2	+ 1,7	— 2,7	+ 1,0	+ 1,7	SSO.	S.	S.	ht. ht.	ht.	bd.
10	29,95	30,73	31,41	+ 0,7	+ 3,9	+ 2,2	+ 3,5	+ 3,3	SW.	W.	W.	bd.	v.	v.
11	33,51	33,94	34,27	+ 0,5	+ 1,4	+ 0,7	+ 1,2	+ 1,2	W.	W.	W.	bd. t. r.	bd.	bd.
12	36,52	37,00	37,52	— 1,2	— 0,1	— 1,0	— 0,2	— 0,7	W.	WNW.	NW.	bd.	ht.	ht.
13	39,10	38,65	38,16	— 5,5	— 1,7	— 5,4	— 3,1	— 1,8	SO.	O.	O.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
14	34,51	34,24	33,70	— 3,6	+ 2,2	— 2,2	+ 0,3	+ 1,1	SO.	S.	S.	v.	bd.	ht.
15	33,56	33,58	33,64	— 0,2	+ 3,6	+ 1,2	+ 2,6	+ 3,1	S.	S.	S.	bd.	v.	ht.
16	33,36	32,45	31,00	+ 0,9	+ 5,2	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,2	SSW.	S.	S.	bd.	bd.	ht.
17	30,16	30,49	31,10	+ 1,8	+ 3,1	+ 2,5	+ 2,7	+ 2,5	W.	W.	W.	v.	v.	v.
18	35,38	35,83	35,29	— 0,1	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,1	W.	NW.	W.	v.	v.	v.
19	32,74	31,08	29,97	— 3,0	+ 0,5	— 0,8	— 0,4	+ 0,5	O.	O.	S.	bd.	bd. Sch. R.	bd. r.
20	30,26	30,21	30,57	0,0	+ 2,7	+ 2,2	+ 2,6	+ 2,4	W.	WNW.	W.	bd.	ht.	bd.

(Januar 1835.)

Tag	Barometer bei 0° R. 9 U.	Barometer bei 0° R. 12 U.	Barometer bei 0° R. 3 U.	Thermograph. Min.	Thermograph. Max.	Thermometer R. 9 U.	Thermometer R. 12 U.	Thermometer R. 3 U.	Wind 9 U.	Wind 12 U.	Wind 3 U.	Wetter 9 U.	Wetter 12 U.	Wetter 3 U.
21	36,31	36,96	37,72	− 0,2	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,6	0,0	N.	NNW.	N.	bd.	ht.	bd.
22	39,24	39,32	39,41	− 3,4	− 1,5	− 3,0	− 2,5	− 2,1	N.	W.	W.	v.	v.	v.
23	40,83	40,73	40,48	− 6,1	− 0,3	− 5,5	− 2,1	− 0,3	SSW.	SW.	SW.	bd.	v.	bd.
24	38,23	37,36	36,43	− 2,2	+ 0,5	− 0,6	+ 0,2	+ 0,5	S.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
25	37,05	36,80	36,62	+ 0,2	+ 3,8	+ 3,2	+ 3,5	+ 3,8	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
26	37,43	36,88	36,85	+ 3,4	+ 6,3	+ 4,5	+ 5,1	+ 5,8	W.	NW.	NW.	bd.	bd. r.	bd. r.
27	38,93	39,01	39,04	+ 4,7	+ 5,8	+ 5,5	+ 6,0	+ 5,7	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
28	40,84	41,04	40,65	+ 4,3	+ 5,3	+ 4,3	+ 5,0	+ 4,7	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
29	38,67	38,42	37,91	− 0,8	+ 4,2	+ 0,1	+ 2,1	+ 3,5	SW.	SW.	WNW.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
30	38,13	38,06	38,08	− 1,3	+ 0,8	+ 0,1	+ 0,6	+ 0,7	W.	W.	W.	bd. n.	bd. n.	bd. n.
31	39,05	39,07	38,95	− 0,7	+ 1,2	+ 0,2	+ 0,7	+ 1,2	SO.	SO.	SO.	bd.	bd.	bd.
	40,013	39,844	39,735	− 1,31	+ 1,39	− 0,40	+ 0,77	+ 1,18	Mittel vom	1 bis	10			
	33,910	33,747	33,522	− 1,02	+ 1,79	+ 0,09	+ 0,98	+ 1,36	- -	11 -	20			
	38,610	38,514	38,376	− 0,17	+ 2,43	+ 0,84	+ 1,75	+ 2,14	- -	21 -	31			
	37,547	37,405	37,249	− 0,82	+ 1,88	+ 0,22	+ 1,19	+ 1,58	- -	1 -	31			

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 43 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Februar 18[illegible]

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	41,05	41,19	41,75	— 1,9	+ 0,6	— 0,5	+ 0,1	+ 0,5	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
2	41,09	40,40	39,68	— 1,2	+ 3,3	— 0,4	+ 1,7	+ 3,3	S.	S.	S.	Nbl.	bd.	bd.
3	37,54	37,30	37,01	+ 1,5	+ 5,8	+ 5,0	+ 5,2	+ 4,4	W.	W.	W.	bd. st.	bd. st.	bd. r.
4	36,69	36,55	37,06	+ 4,2	+ 7,1	+ 6,0	+ 6,9	+ 6,9	W.	WNW.	W.	bd.	bd.	bd.
5	37,47	36,69	34,71	+ 3,9	+ 7,5	+ 5,9	+ 6,7	+ 7,4	W.	W	W.	bd.	bd.	bd.
6	30,15	29,34	29,99	+ 0,1	+ 3,4	+ 0,8	+ 0,8	+ 3,4	W.	W.	NW.	v.	bd.	bd.
7	33,59	34,32	33,32	— 0,3	+ 0,1	+ 0,5	+ 0,9	+ 0,6	SW.	WSW.	SW.	v.	bd.	bd.
8	29,70	29,27	29,44	+ 0,7	+ 6,0	+ 5,7	+ 4,0	+ 5,3	SW.	W.	W.	v. st.	bd. R. st.	v.
9	30,20	30,45	30,37	+ 0,5	+ 2,7	+ 1,5	+ 1,8	+ 2,6	W.	NW.	SW.	bd.	bd. r.	ht.
10	33,18	34,00	35,01	— 0,4	+ 2,3	+ 0,5	+ 1,0	+ 1,4	W.	W.	W.	bd.	v.	bd.
11	40,64	40,04	40,96	— 1,5	+ 2,0	+ 0,5	+ 1,5	+ 1,5	NW.	W.	SW.	bd.	bd.	v.
12	38,58	38,22	37,77	— 0,4	+ 2,9	+ 1,0	+ 2,3	+ 2,5	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
13	36,06	35,92	35,19	— 0,2	+ 4,1	+ 0,9	+ 2,0	+ 3,9	W.	W.	NW.	bd. r.	bd.	v.
14	33,58	33,79	34,21	— 1,7	+ 0,9	— 0,4	+ 0,6	+ 0,7	NW.	WNW.	N.	ht.	ht.	ht.
15	34,90	34,73	34,49	— 4,5	+ 0,7	— 2,9	— 0,4	+ 0,7	SSO.	SSO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
16	33,58	33,73	33,62	— 4,1	+ 0,1	— 2,9	— 0,4	— 0,8	SO.	OSO.	O.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
17	34,69	34,72	34,60	— 3,5	+ 0,8	— 2,4	— 0,8	+ 0,8	SO.	SO.	OSO.	v.	v.	bd.
18	35,13	35,09	34,88	— 0,7	+ 2,6	— 0,4	+ 0,8	+ 2,6	SO.	SO.	SSO.	bd.	bd.	bd.
19	34,07	33,49	33,43	— 1,1	+ 3,8	— 0,4	+ 3,2	+ 3,2	SO.	SO.	SO.	ht.	ht.	bd.
20	32,07	31,16	30,49	— 0,7	+ 4,7	+ 1,1	+ 4,0	+ 3,7	SO.	S.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	bd. r.

(Februar 1835.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	27,48	26,11		0,0	+ 5,0	+ 2,1	+ 3,3	+ 4,4	S.	SW.	SW.	bd. r.	bd. r.	bd.
22	31,67	32,51	32,76	+ 0,1	+ 4,4	+ 2,2	+ 3,2	+ 4,2	W.	W.	W.	ht.	v.	bd.
23	30,70	29,27	28,61	+ 0,2	+ 4,7	+ 1,6	+ 2,7	+ 4,7	SSO.	S.	SSW.	bd. r.	bd. R.	v.
24	30,29	30,92	31,11	+ 3,8	+ 5,3	+ 4,0	+ 4,2	+ 5,0	SW.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
25	35,05	35,26	35,31	+ 2,0	+ 6,0	+ 2,8	+ 4,4	+ 5,8	W.	W.	SW.	bd.	v.	bd.
26	31,44	31,13	30,44	+ 2,5	+ 8,7	+ 5,0	+ 6,7	+ 8,7	S.	SW.	SW.	v.	bd.	bd.
27	32,11	31,87	31,53	+ 1,8	+ 9,4	+ 5,0	+ 8,2	+ 9,0	SW.	SW.	SW.	v.	ht.	v.
28	31,52	31,84	31,72	+ 3,2	+ 8,0	+ 5,0	+ 7,5	+ 7,0	SW.	SW.	SW.	ht.	bd.	bd.
	35,066	34,951	34,834	+ 0,71	+ 3,88	+ 2,50	+ 2,91	+ 3,58	Mittel vom 1 bis 10					
	35,330	35,089	34,964	− 1,84	+ 2,26	− 0,59	+ 1,28	+ 1,88	- - 11 - 20					
	31,283	31,114	31,640	+ 1,70	+ 6,44	+ 3,46	+ 5,02	+ 6,12	- - 21 - 28					
	34,079	33,904	34,054	− 0,07	+ 4,03	+ 1,67	+ 2,93	+ 4,05	- - 1 - 28					

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 42 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	33,03	35,03	33,10	+ 1,3	+ 5,9	+ 1,7	+ 4,1	+ 5,7	W.	W.	W.	ht. ht.	ht.	ht.
2	37,00	37,11	36,83	— 2,1	+ 4,3	+ 0,2	+ 3,6	+ 4,2	N.	NW.	W.	ht. ht.	v.	ht.
3	29,94	27,87	27,21	+ 0,4	+ 5,0	+ 2,8	+ 4,2	+ 3,5	SW.	SW.		bd.Sch.R.	bd. r.	bd. r.
4	30,05	30,73	30,73	+ 0,5	+ 4,4	+ 2,5	+ 3,5	+ 1,7	W.	SW.	NW.	bd. st.	v.	v.
5	29,19	31,25	32,20	+ 0,5		+ 0,5	+ 1,8	+ 2,0	N.	NNW.		bd.	v.	v.
6	30,96	28,83	27,52	— 1,6	0,0	+ 0,6	— 0,2	0,0	S.	S.	S.	bd.	Sn.	Sn.
7	29,68	29,85	29,02	— 0,3	+ 4,9	+ 1,2	+ 2,0	+ 4,7	W.	W.	W.	bd.	bd. r.	bd.
8	27,65	28,02	28,43	+ 0,6	+ 7,0	+ 3,6	+ 6,0	+ 5,4	SW.	SW.	SW.	bd.	v.	v.
9	32,93	32,77	32,77	+ 1,5	+ 7,0	+ 1,5	+ 5,0	+ 5,2	W.	W.	W.	bd. r.	v.	ht.
10	31,26	31,76	32,53	0,0	+ 6,1	+ 0,5	+ 1,8	+ 5,0	SO.	S.	S.	bd. Sn.	bd.	bd. n.
11	38,01	37,87	37,66	— 0,8	+ 6,7	+ 1,6	+ 5,8	+ 6,3	SW.	S.	S.	ht.	ht.	ht.
12	37,65	37,87	37,85	+ 1,8	+ 8,1	+ 3,7	+ 5,7	+ 8,1	SW.	SW.	SW.	bd.	bd. t.	bd.
13	37,62	37,60	37,28	+ 4,0	+10,8	+ 6,5	+ 9,7	+10,8	S.	S.	S.	bd.	ht.	ht.
14	39,34	39,29	39,07	+ 2,8	+ 6,2	+ 4,1	+ 5,2	+ 5,2	N.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
15	36,21	35,57		+ 2,5	+ 9,0	+ 6,5	+ 7,8		W.	W	W.	bd.	bd.	bd.
16	33,63	34,40	34,50	+ 1,6	+ 5,6	+ 1,6	+ 3,4	+ 4,5	NW.	NNW.	NW.	bd. R.	bd.	bd. r.
17	33,42	33,68	33,61	+ 1,5	+ 5,0	+ 2,5	+ 4,3	+ 4,5	S.	NW.	N.	bd.	bd.	ht.
18	35,51	35,86	36,24	— 0,3	+ 2,6	+ 1,8	+ 2,5	+ 1,8	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd.
19	38,53	38,86	38,94	0,0	+ 3,5	+ 2,6	+ 3,6	+ 3,2	NW.	NW.	NNW.	bd.	bd.	bd.
20	40,79	40,77	40,65	— 1,0	+ 6,0	+ 2,3	+ 5,3	+ 5,2	N.	WNW.	N.	bd.	v.	bd.

(März 1835.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	40,41	40,21	39,90	+ 0,9	+ 5,2	+ 3,3	+ 4,6	+ 4,8	N.	N.	NO.	bd.	v.	bd.
22	39,23	39,24		— 0,6	+ 5,2	+ 2,8	+ 3,7		ONO.	NO.		v.	v.	
23	39,65	39,54	39,22	+ 0,8	+ 5,3	+ 3,2	+ 3,5	+ 4,7	SO.	NW.	NNW.	bd. n.	bd.	bd.
24	39,93	40,08	40,06	+ 0,6	+ 3,8	+ 2,6	+ 3,2	+ 3,3	NO.	NO.	NNO.	v.	bd.	bd.
25	40,13	40,60	40,14	— 3,2	+ 4,5	+ 1,0	+ 3,1	+ 4,1	NNW.	W.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
26	37,78	37,59	36,96	+ 2,1	+ 5,6	+ 4,7	+ 4,8	+ 5,6	NNW.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
27	35,99	35,80	35,77	+ 2,0	+ 5,7	+ 3,0	+ 4,5	+ 5,0	NW.	NW.	NW.	ht.	v.	v.
28	36,10	36,05	35,59	— 0,6	+ 4,7	+ 1,7	+ 1,1	+ 2,8	NW.	N.	N.	ht. ht.	Sn.	v.
29	37,71	38,02	37,96	— 2,0	+ 4,6	+ 1,1	+ 4,5		N.	OSO.	OSO.	ht. ht.	ht.	ht.
30	36,83	36,29	35,75	— 2,0	+ 7,0	+ 1,3	+ 5,2	+ 6,9	SO.	S.	SSW.	ht.	ht.	ht.
31	34,81	34,81	34,65	— 0,8	+11,2	+ 4,7	+ 9,3	+11,1	SW.	W.	W.	ht.	ht.	ht.
	31,17	31,12	31,03	+ 0,08	+ 4,67	+ 1,51	+ 3,22	+ 3,74	Mittel vom 1 bis 10					
	37,07	37,18	37,31	+ 1,31	+ 6,35	+ 3,32	+ 5,33	+ 5,52	- - 11 - 20					
	38,55	38,38	37,60	— 0,25	+ 5,71	+ 2,67	+ 4,32	+ 5,26	- - 21 - 31					
	35,52	35,65	35,25	+ 0,39	+ 5,58	+ 2,51	+ 4,29	+ 4,82	- - 1 - 31					

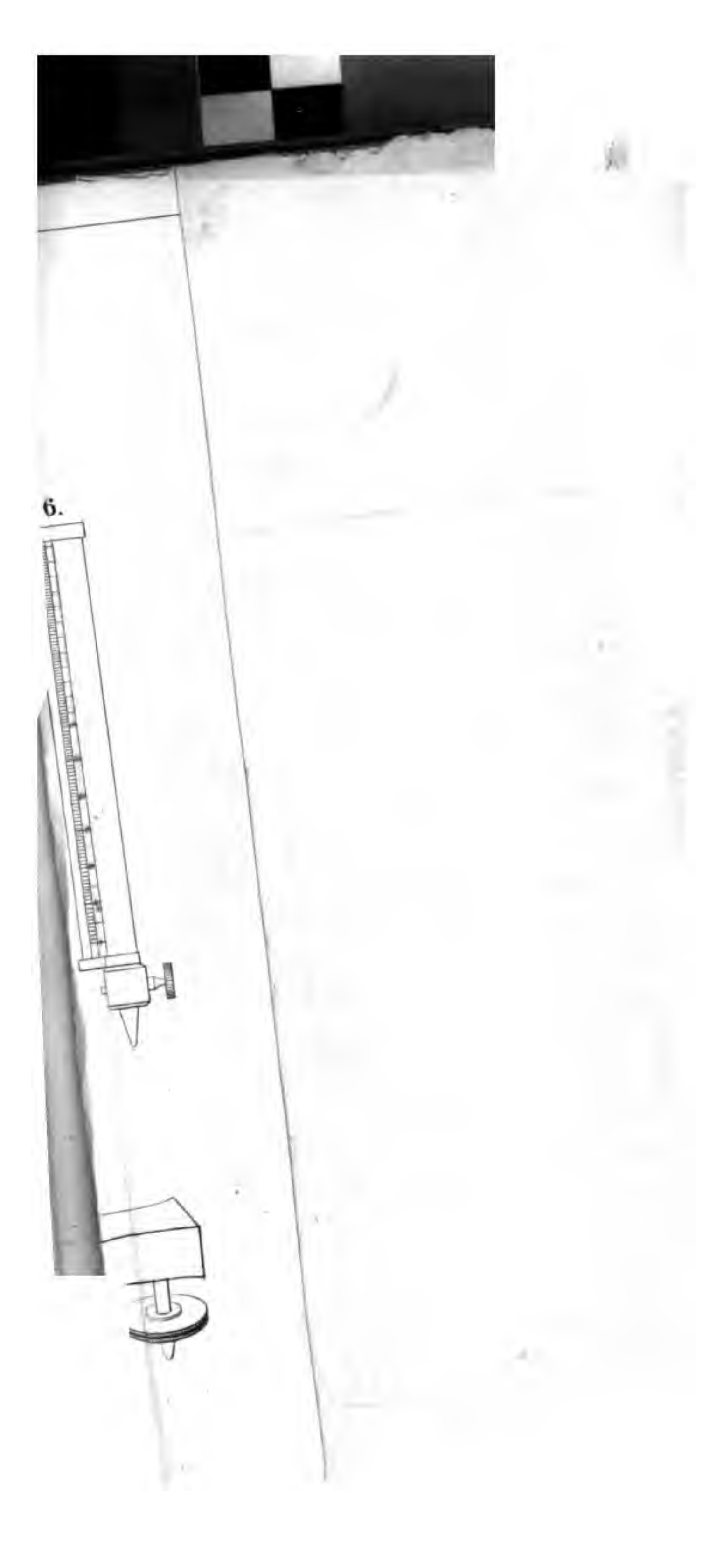
Erläuterungen. ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster =42 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	34,68	34,86	35,40	+ 4,6	+ 9,5	+ 5,5	+ 8,5	+ 8,0	SW.	W.	NW.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
2	38,13	37,53	36,59	+ 1,0	+14,7	+ 4,4	+ 8,2	+13,5	SO.	SSO.	S.	bd.	bd.	ht.
3	34,51	34,03	33,81	+ 5,6	+17,1	+11,2	+14,7	+16,9	SW.	SSW.	SW.	l. bd.	l. bd.	l. bd.
4	35,65	37,05	37,49	+ 2,4	+ 4,6	+ 2,5	+ 3,5	+ 4,5	N.	N.	N.	bd. r.	bd.	bd.
5	38,82	38,86	39,16	0,0	+ 6,2	+ 2,7	+ 5,6	+ 5,7	NW.	NNW.	NW.	ht.	bd.	v.
6	41,91	41,61	41,44	— 1,2	+ 6,1	+ 2,6	+ 5,2	+ 5,5	SO.	O.	SSW.	ht.	ht.	v.
7	42,34	42,09	41,96	— 0,9	+ 9,1	+ 3,5	+ 6,5	+ 8,6	SO.	SO.	S.	ht.	ht.	v.
8	40,98	40,41	39,95	+ 1,9	+13,4	+ 7,0	+11,0	+13,3	S.	SW.	SW.	ht.	ht.	ht.
9	37,19	36,57	35,51	+ 4,0	+15,2	+ 9,5	+14,0	+14,5	SW.	W.	W.	ht.	ht.	v.
10	32,61	33,18	33,53	+ 5,7	+ 7,8	+ 6,9	+ 7,5	+ 7,7	NW.	NW.	W.	bd.	v.	v.
11	34,55	35,23	35,20	+ 1,0	+ 7,8	+ 3,7	+ 5,7	+ 7,7	NW.	NW.	NW.	v.	v.	v.
12	36,97	36,92	37,08	+ 1,2	+ 7,5	+ 3,6	+ 5,8	+ 7,0	NW.	NNW.	NNW.	v.	ht.	bd.
13	37,81	37,70	37,58	+ 4,2	+ 9,8	+ 6,1	+ 9,1	+ 9,3	W.	W.	NW.	bd.	v.	bd.
14	38,45	37,99	37,63	+ 2,8	+12,7	+ 8,1	+11,3	+12,6	W.	SW.	W.	ht.	ht.	ht.
15	35,25	34,47	33,72	+ 5,4	+14,7	+10,1	+13,4	+14,7	S.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
16	32,80	32,91	32,89	+ 2,4	+ 5,7	+ 2,5	+ 2,7	+ 5,7	N.	NW.	W.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
17	34,49	34,61	34,35	— 0,6	+ 5,5	+ 3,5	+ 3,8	+ 5,0	SW.	SW.	W.	v.	st.	v. st.
18	34,43	34,13	33,62	— 0,3	+ 5,5	+ 1,7	+ 4,0	+ 4,7	W.	W.	W.	v.	v.	ht.
19	31,87	33,58	24,93	+ 0,2	+ 6,3	+ 0,7	+ 4,7	+ 5,8	NO.	NO.	NO.	bd.	v.	v.
20	40,62	40,96	41,04	— 1,0	+ 7,5	+ 3,4	+ 5,7	+ 4,8	N.	N.	N.	ht.	v.	v.

(April 1835.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	40,78	40,45	40,14	+ 1,6	+10,0	+ 4,3	+ 7,7	+ 9,2	SW.	WNW.	NW.	bd. r.	bd.	bd.
22	39,69	39,53	39,21	+ 6,0	+ 9,8	+ 7,0	+ 7,7	+ 9,5	W.	W.	W.	bd. r.	bd. r.	bd.
23	39,14	38,54	38,18	+ 2,7	+ 8,8	+ 6,1	+ 7,9	+ 8,5	N.	NW.	NW.	ht.	ht.	ht.
24	37,20	37,15	36,88	+ 3,5	+ 8,9	+ 4,5	+ 6,9	+ 8,8	O.	O.	N.	bd. r.	bd.	ht.
25	35,66	34,41	33,89	+ 0,4	+10,5	+ 7,5	+ 9,1	+ 8,4	SSW.	SW.	SW.	ht.	w.	w.
26	30,94	31,13	31,11	+ 3,5	+ 5,9	+ 1,7	+ 2,0	+ 5,5	NW.	NNW.	NW.	bd. R.	bd. r.	v.
27	31,65	32,32	32,48	+ 3,6	+ 8,5	+ 4,8	+ 6,4	+ 6,6	NW.	W.	W.	v.	v.	v.
28														
29														
30														
	37,66	37,62	37,48	+ 2,31	+10,37	+ 5,58	+ 6,47	+ 9,82	Mittel vom 1 bis 10					
	35,72	35,85	35,80	+ 1,53	+ 8,30	+ 4,34	+ 6,62	+ 7,73	- - 11 - 20					
	36,44	36,22	35,99	+ 3,04	+ 8,91	+ 5,13	+ 6,81	+ 8,07	- - 21 - 27					
	36,63	36,60	36,49	+ 2,21	+ 9,23	+ 5,04	+ 6,62	+ 8,59	- - 1 - 27					

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 42 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.


6.

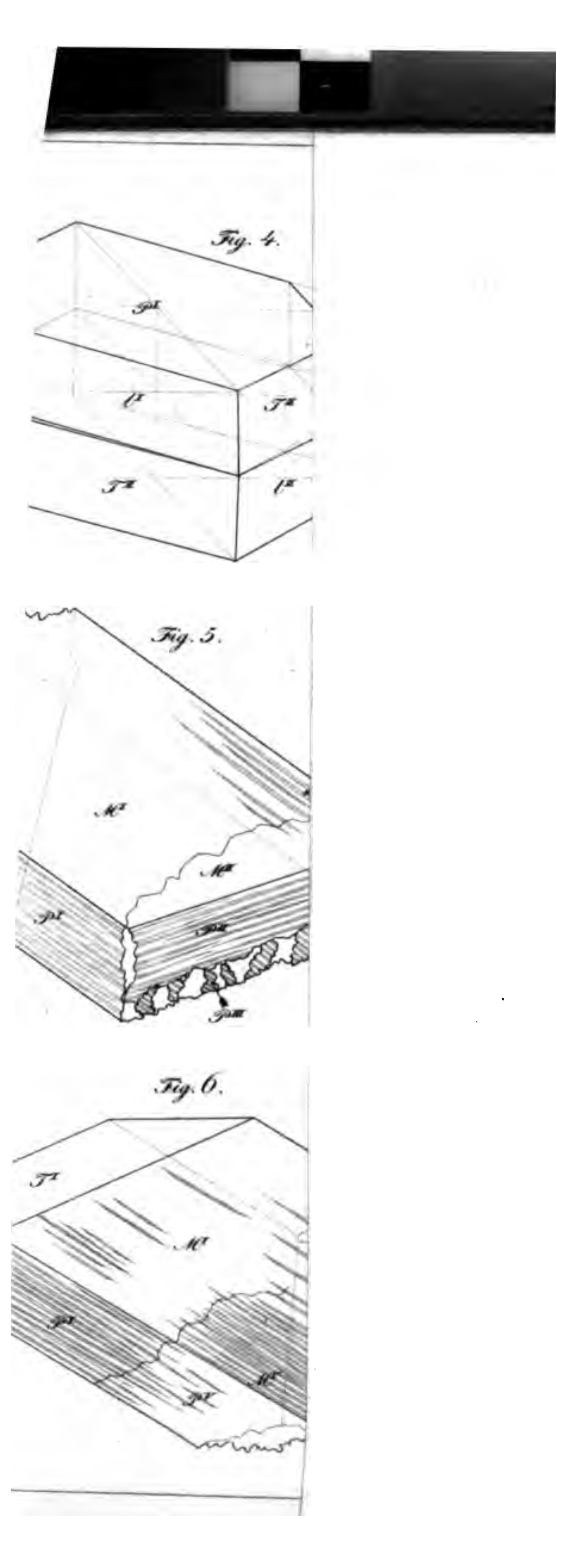
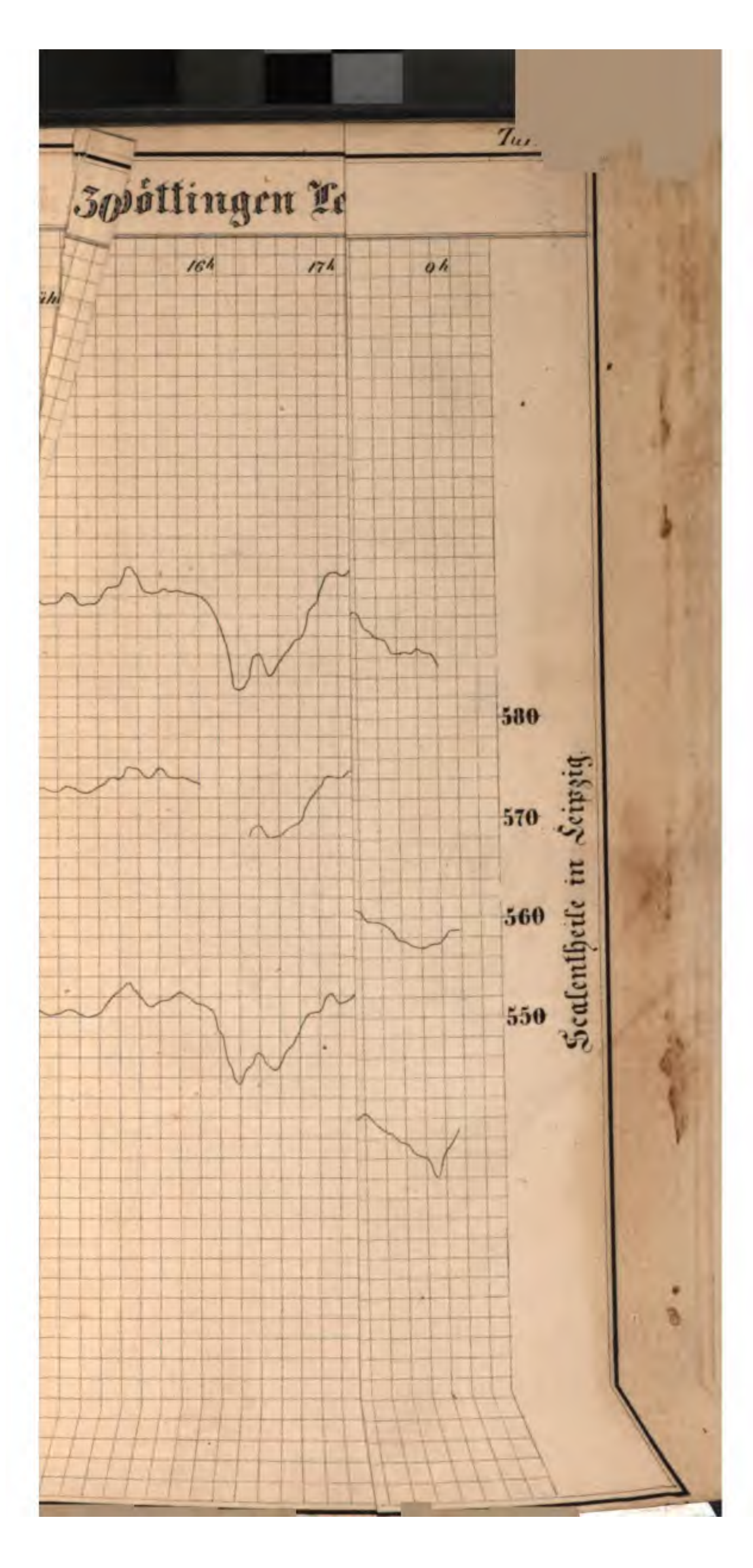


Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.


Göttingen Le
16h
17h
0h
580
570
560
550
Scalentheile in Leipzig

2

3

4

5

6

7

13

NT


1 1 1940